

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97120253

※申請日期：97年05月30日

※IPC分類：G01C 3/06 (2006.01)

G01P 3/36 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 距離・速度計及距離・速度測量方法
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山武股份有限公司
(英) YAMATAKE CORPORATION

代表人：(中) 1. 小野木聖二
(英) 1. ONOKI, SEIJI

地 址：(中) 日本國東京都千代田區丸之內二丁目七番三號
(英) 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo 100-6419 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 上野達也
(英) UENO, TATSUYA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|-------|--------------|---------------|--|
| 1. 日本 | ； 2007/06/06 | ； 2007-150102 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2008/03/05 | ； 2008-054706 | ☒ 有主張優先權 |

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：97120253

※申請日期：97年05月30日

※IPC分類：G01C 3/06 (2006.01)

G01P 3/36 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 距離・速度計及距離・速度測量方法
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 山武股份有限公司
(英) YAMATAKE CORPORATION

代表人：(中) 1. 小野木聖二
(英) 1. ONOKI, SEIJI

地 址：(中) 日本國東京都千代田區丸之內二丁目七番三號
(英) 2-7-3 Marunouchi, Chiyoda-ku Tokyo 100-6419 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 上野達也
(英) UENO, TATSUYA

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|-------|--------------|---------------|--|
| 1. 日本 | ； 2007/06/06 | ； 2007-150102 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2008/03/05 | ； 2008-054706 | ☒ 有主張優先權 |

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種利用光的干涉，對於與測定對象的距離及測定對象的速度進行測量的距離・速度計及距離・速度測量方法。

【先前技術】

利用因雷射所產生的光的干涉的距離測量因屬於非接觸測定而不會干擾測定對象，自古以來一直被作為高精度的測定方法加以使用。近來，為了實現裝置的小型化，半導體雷射係作為光測量用光源而被加以利用。以其代表例而言，存在一種採用 FM 外差式干涉儀（heterodyne interferometry）者。該者可進行較長距離的測量且精度良好，但是由於在半導體雷射的外部採用干涉儀，故具有光學系統較為複雜的缺點。

相對於此，一種利用雷射的輸出光與來自測定對象的返回光在半導體雷射內部的干涉（自耦合效應）的測量器已被提出（參照例如非專利文獻 1、非專利文獻 2、非專利文獻 3）。根據如上所示之自耦合型的雷射測量器，由於內建光電二極體的半導體雷射兼具有發光、干涉、受光的各功能，故可大幅簡化外部干涉光學系統。因此，感測器部僅為半導體雷射與透鏡，與習知技術相比較，較為小型。另外，具有距離測定範圍大於三角測量法的特徵。

在第 40 圖中顯示 FP 型（Fabry-Perot 型）半導體雷

射的複合共振器模型。在第 40 圖中，101 係半導體雷射，102 係半導體結晶的壁開面，103 係光電二極體，104 係測定對象。來自測定對象 104 的反射光的一部分容易返回到振盪區域內。返回來的微弱的光與共振器 101 內的雷射光耦合，動作變得不穩定而產生噪音（複合共振器雜訊或返回光雜訊）。即使相對輸出光的相對返回光量極其微小，因返回光引起的半導體雷射的特性的變化仍顯著呈現。如上所示的現象並不限於法布里-伯羅（Fabry-Perot）型（以下稱為 FP 型）半導體雷射，在垂直共振腔面射雷射（Vertical Cavity Surface Emitting Laser）型（以下稱為 VCSEL 型）、分佈反饋雷射（Distributed Feedback Laser）型（以下稱為 DFB 雷射型）等其他種類的半導體雷射中也同樣呈現。

若將雷射的振盪波長設為 λ ，由接近測定對象 104 的壁開面 102 到測定對象 104 為止的距離設為 L ，則在滿足以下的共振條件時，返回光和共振器 101 內的雷射相互加強，雷射輸出稍稍增加。

$$L = q\lambda/2 \quad \cdots (1)$$

在式（1）中， q 表示整數。該現象係即便在來自測定對象 104 的散射光極其微弱的情形下，亦可因半導體雷射的共振器 101 內的表觀反射率增加，而產生放大作用，而足以充分觀測。

在半導體雷射中，由於按照注入電流的大小而放射頻率不同的雷射光，因此在將振盪頻率進行調變時，不需要外部調變器，即可藉由注入電流直接進行調變。第 41 圖係顯示在按照某個恒定的比例使半導體雷射的振盪波長改變時的振盪波長和光電二極體 103 的輸出波形的關係圖。在滿足式 (1) 所示的 $L = q\lambda/2$ 時，返回光和共振器 101 內的雷射光的相位差變成 0° (同相位)，返回光和共振器 101 內的雷射光最爲相互加強，當 $L = q\lambda/2 + \lambda/4$ 時，相位差爲 180° (逆相位)，返回光和共振器 101 內的雷射光相互最爲相互減弱。由此，如果使半導體雷射的振盪波長改變，則雷射輸出增強的情形和減弱的情形交替反覆地出現，若利用設置於共振器 101 的光電二極體 103 檢測此時的雷射輸出時，如第 41 圖所示，獲得恒定周期的階梯狀波形。這樣的波形一般稱爲干涉條紋。

將該階梯狀的波形，亦即干涉條紋中的一個個稱爲模式跳躍脈衝 (mode hop pulse) (以下稱之爲 MHP)。MHP 是與模式跳躍 (mode hopping) 現象不同的現象。例如，在距測定對象 104 的距離爲 $L1$ 時，如果 MHP 的數量爲 10 個，則在一半的距離 $L2$ 時，MHP 的數量爲 5 個。亦即，在某一定時間使半導體雷射的振盪波長改變時，MHP 的數量與測定距離成正比地改變。因此，如果利用光電二極體 103 檢測 MHP，並測定 MHP 的頻率，則可容易進行距離測量。

在自耦合型的雷射測量器中，由於可大幅度地簡化共

振器外部的干涉光學系統，故具有可使裝置小型化，並且不需要高速的電路，抗擾亂光強的優點。另外，由於來自測定對象的返回光也可極其微弱，故具有不影響測定對象的反射率，亦即不選擇測定對象的優點。但是，在包括自耦合型在內的習知的干涉型測量器中，存在的問題在於即使可測量與靜止的測定對象的距離，也無法測量具有速度的測定對象的距離。

因此，發明人提出一種距離・速度計（參照專利文獻1），其不僅可以測量與靜止的測定對象的距離，而且可以測量測定對象的速度。第42圖表示該距離・速度計的構成。第42圖的距離・速度計係具有：對測定對象放射雷射的半導體雷射201；將半導體雷射201的光輸出轉換成電訊號的光電二極體202；透鏡203，將來自半導體雷射201的光聚光而照射在測定對象210，並且將來自測定對象210的返回光聚光而使其入射至半導體雷射201；雷射驅動器204，使半導體雷射201交替反覆振盪波長連續地增加的第1振盪期間和振盪波長連續地減少的第2振盪期間；電流-電壓轉換放大器205，將光電二極體202的輸出電流轉換成電壓並進行放大；訊號抽出電路206，對電流-電壓轉換放大器205的輸出電壓進行2次微分；計數電路207，對訊號抽出電路206的輸出電壓所包含的MHP的數量進行計數；運算裝置208，計算與測定對象210的距離及測定對象210的速度；以及顯示裝置209，顯示運算裝置208的計算結果。

雷射驅動器 204 將關於時間以恒定的變化率反覆增減的三角波驅動電流作為注入電流而供給至半導體雷射 201。由此，半導體雷射 201 係以使振盪波長以恒定的變化率連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長以恒定的變化率連續地減少的第 2 振盪期間交替反覆的方式被驅動。第 43 圖係顯示半導體雷射 201 的振盪波長的時間變化圖。在第 43 圖中，P1 表示第 1 振盪期間，P2 表示第 2 振盪期間， λ_a 表示各期間的振盪波長的最小值， λ_b 表示各期間的振盪波長的最大值，T 表示三角波的周期。

從半導體雷射 201 射出的雷射光係藉由透鏡 203 予以聚光，且射入測定對象 210。由測定對象 210 反射的光係藉由透鏡 203 予以聚光，且射入半導體雷射 201。光電二極體 202 係將半導體雷射 201 的光輸出轉換成電流。電流-電壓轉換放大器 205 係將光電二極體 202 的輸出電流轉換成電壓進行放大，訊號抽出電路 206 係對電流-電壓轉換放大器 205 的輸出電壓進行 2 次微分。計數電路 207 係針對第 1 振盪期間 P1 和第 2 振盪期間 P2 的各期間，對訊號抽出電路 206 的輸出電壓所包含的 MHP 的數量進行計數。運算裝置 208 係根據半導體雷射 1 的最小振盪波長 λ_a 、最大振盪波長 λ_b 、第 1 振盪期間 P1 中的 MHP 的數量、及第 2 振盪期間 P2 中的 MHP 的數量，計算與測定對象 210 的距離及測定對象 210 的速度。

（專利文獻 1）日本特開 2006-313080 號公報

（非專利文獻 1）上田正、山田諄、紫藤進，“利用

半導體雷射的自耦合效應的距離計”，1994 年度電氣關係學會東海支部聯合大會演講論文集，1994 年

（非專利文獻 2）山田 諄、紫藤進、津田紀生、上田正，“利用半導體雷射的自耦合效應的小型距離計的相關研究”，愛知工業大學研究報告，第 31 號 B，p.35 至 42，1996 年

（非專利文獻 3）Guido Giuliani, Michele Norgia, Silvano Donati and Thierry Bosch, “Laser diode self-mixing technique for sensing applications”, JOURNAL OF OPTICS A: PURE AND APPLIED OPTICS, p.283 至 294, 2002 年

【發明內容】

（發明所欲解決之課題）

根據在專利文獻 1 所揭示的距離・速度計，可以同時測量與測定對象的距離和測定對象的速度。但是，在該距離・速度計中，爲了測定距離及速度，需要例如在第 1 振盪期間 $t-1$ 、第 2 振盪期間 t 及第 1 振盪期間 $t+1$ 之至少 3 次，對 MHP 的數量進行計數，存在測定所需時間較長的問題。

本發明係爲了解決上述課題而研發者，其目的在於在一種利用光的干涉，不僅可測量與靜止的測定對象的距離，亦可對測定對象的速度進行測量的距離・速度計及距離・速度測量方法中縮短測定時間。

（解決課題之手段）

本發明之距離・速度計係具有：第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；第 1 受光器，將前述第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；第 2 受光器，將前述第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，本發明之距離・速度計係具有：第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體

雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；第 1 受光器，將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；第 2 受光器，將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之藉由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數；以及運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述計數手段係由在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，同時在與前述第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量的手段所構成，前述運算手段係包括：距離・速度計算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長與最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值；狀態判定手段，根據由該距離・速度計算手段所計算出的速度的候補值，判定前述測定對象的狀態；以及距離・速度確定手段，根據該狀態判定手段的判定結果

，確定與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述距離・速度計算手段係針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 1 候補值和距離的第 1 候補值，並且根據與已計算出該等第 1 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數結果和與已計算出前述第 1 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 2 候補值和距離的第 2 候補值，針對假定前述測定對象處於變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 3 候補值和距離的第 3 候補值，並且根據與已計算出該等第 3 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數結果和與已計算出前述第 3 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 4 候補值和距離的第 4 候補值，前述狀態判定手段係在前述速度的第 1 候補值與第 2 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於微小位移狀態，在前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於位移狀態。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述距離・速度確定手段係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值

的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值和第 2 候補值的任一者設為與前述測定對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為與前述測定對象的距離。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述距離・速度確定手段係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值與第 2 候補值的平均值設為與前述測定對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值與第 4 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值與第 4 候補值的平均值設為與前述測定對象的距離。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述距離・速度確定手段係進行比較 ΣX 與 ΣY ，其中該 ΣX 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 1 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 1 計數期間的計數結果之和，該 ΣY 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 2 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 2 計數期間的計數結果之和，在前述 ΣX 比前述 ΣY 大的情形下，係判定前述測定對象正接近，在前述 ΣY 比前述 ΣX 大的情形下，則係判定前述測定對象正遠離。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述運算手段係另外具備有履歷位移計算手段，其針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形和假定前述測定對象處於位移狀態的情形的各情形，計算出爲由前述距離・速度計算手段所計算出的距離的候補值和前次所計算出的距離的候補值之差的履歷位移，前述狀態判定手段係在根據前述速度的候補值無法判定前述測定對象的狀態的情形下，根據前述履歷位移計算手段的計算結果，判定前述測定對象的狀態。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述計數手段係包括：計數器，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的前述干涉波形的數量進行計數；周期測定手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定對前述干涉波形的數量進行計數的計數期間中的前述干涉波形的周期；頻率分佈作成手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定手段的測定結果，作成前述計數期間中的干涉波形的周期的頻率分佈；中位數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；補正值計算手段，根據前述頻率分佈，求出爲前述中位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和爲前述中位數的第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸

出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述計數器的計數結果；周期和計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定手段的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；以及個數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算手段所補正的計數結果和由前述周期和計算手段所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述計數手段係包括：周期測定手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的一定個數的前述干涉波形的周期；頻率分佈作成手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定手段的測定結果，作成前述干涉波形的周期的頻率分佈；中位數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；補正值計算手段，根據前述頻率分佈，求出為前述中位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和為前述中位數之第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述一定個數；周期和計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定手段的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；

以及個數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算手段所補正的干涉波形的數量和由前述周期和計算手段所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述補正值計算手段係當將前述計數器的計數結果或前述一定個數設為 N 時，藉由 $N' = N + N_w - N_s$ ，求出補正後的值 N' 。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述第 1 預定數為 0.5，前述第 2 預定數為 1.5。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，前述周期測定手段係在比前述振盪期間短的第 1 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的周期，同時在與前述第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的周期。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷非為真值而未採用的速度的候補值，與前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的距離的候補值乘以前述第 1、第 2 半導體雷射的波長

變化率所得的值大致相等的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的速度的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

此外，在本發明之距離・速度計之一構成例中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的距離的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的距離的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的距離的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

此外，本發明之距離・速度測量方法係具備有：第 1 振盪步驟，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作；第 2 振盪步驟

，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作；計數步驟，對於將由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含的因前述第 1 雷射光和其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數，同時對於將由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含的因前述第 2 雷射光和其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及運算步驟，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

此外，本發明之距離・速度測量方法係具備有：第 1 振盪步驟，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作；第 2 振盪步驟，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作；計數步驟，對於將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含之因由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光和該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數，並且對於將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之因由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光和該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生

的干涉波形的數量進行計數；以及運算步驟，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

（發明之效果）

由於干涉型的距離計在測定距離時，以測定對象處於靜止為絕對條件，故無法測定與具有速度的測定對象的距離。相對於此，在本發明中，連與並非處於靜止的測定對象的距離亦可測定。亦即，藉由本發明，可同時對測定對象的速度（大小、方向）和距離進行測定。此外，在本發明中，由振盪波長的增減成相反的第 1、第 2 半導體雷射，對測定對象同時放射彼此平行的雷射光，針對第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對在第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量進行計數，藉此可以比以往更短的時間測定距離和速度。

此外，在本發明中，在根據速度的候補值無法判定測定對象的狀態的情形下，藉由使用履歷位移計算手段的計算結果，即可判定測定對象的狀態，並計算與測定對象的距離及測定對象的速度。

此外，在本發明中，測定計數期間中的干涉波形的周期，根據該測定結果，作成計數期間中的干涉波形的周期的頻率分佈，根據頻率分佈，計算干涉波形的周期的中位數，根據頻率分佈，求出為中位數的第 1 預定倍數以下的

等級的頻率總和 N_s 、和為中位數的第 2 預定倍數以上的等級的頻率總和 N_w ，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正計數手段的計數結果，藉此可免除計數時的缺漏和過剩計數的影響，而可補正干涉波形的計數誤差，因此可提升距離及速度的測定精度。

此外，在本發明中，取代以計數手段對干涉波形的數量進行計數，而對第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的一定個數的干涉波形的周期進行測定，根據該測定結果，作成干涉波形的周期的頻率分佈，根據頻率分佈，計算干涉波形的周期的中位數，根據頻率分佈，求出為中位數的第 1 預定倍數以下的等級的頻率總和 N_s 、和為中位數的第 2 預定倍數以上的等級的頻率總和 N_w ，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正干涉波形的一定個數，藉此可減低每單位時間的干涉波形的數量的測定誤差，而可更進一步提升距離及速度的測定精度。

此外，在本發明中，係以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據狀態判定手段的判定結果，距離・速度確定手段判斷非為真值而未採用的速度的候補值，與距離・速度確定手段判斷為真值而採用的距離的候補值乘以第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整由第 1、第 2 雷射驅動器被供給至第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅，藉此可使第 1、第 2 半導體雷射的波長變化量的絕對值相等，

而可提升距離和速度的測定精度。

此外，在本發明中，以在假定測定對象處於微小位移狀態時的速度或距離的候補值和假定測定對象處於位移狀態時的速度或距離的候補值中，根據狀態判定手段的判定結果，距離・速度確定手段判斷為真值而採用的速度或距離的候補值，在第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由第 1、第 2 雷射驅動器被供給至第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅，藉此可使第 1、第 2 半導體雷射的波長變化量的絕對值相等，而可提升距離及速度的測定精度。

【實施方式】

（第 1 實施形態）

本發明係一種根據在採用波長調變的感測（sensing）時射出的波與由對象物反射的波的干涉訊號，來測量距離的手法。因此，亦可適用於自耦合型以外的光學式干涉計、光以外的干涉計。若針對採用半導體雷射的自耦合的情形更加具體說明，當一面由半導體雷射對測定對象照射雷射光，一面使雷射的振盪波長改變時，在振盪波長從最小振盪波長變化為最大振盪波長的期間（或從最大振盪波長至最小振盪波長變化的期間）中之測定對象的位移係反映在 MHP 的數量。因此，可藉由調查使振盪波長改變時的 MHP 的數量，來檢測測定對象的狀態。以上為干涉計的基本原理。

以下參照圖示，對本發明的第 1 實施形態詳加說明。

第 1 圖係顯示本發明第 1 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。第 1 圖的距離計係具有：對測定對象 11 放射雷射光的第 1、第 2 半導體雷射 1-1、1-2；作為分別將半導體雷射 1-1、1-2 的光輸出轉換成電訊號之第 1、第 2 受光器的光電二極體 2-1、2-2；分別將來自半導體雷射 1-1、1-2 的光聚光而照射在測定對象 11，並且將來自測定對象 11 的返回光聚光而使其射入半導體雷射 1-1、1-2 的透鏡 3-1、3-2；使半導體雷射 1-1、1-2 交替地反覆產生振盪波長連續地增加的第 1 振盪期間和振盪波長連續地減少的第 2 振盪期間的第 1、第 2 雷射驅動器 4-1、4-2；分別將光電二極體 2-1、2-2 的輸出電流轉換成電壓並進行放大的電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2；由電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓去除載波的濾波器電路 6-1、6-2；對濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓所包含的 MHP 的數量進行計數的計數裝置 7；計算與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度的運算裝置 8；顯示運算裝置 8 的計算結果的顯示裝置 9；以及以使半導體雷射 1-1、1-2 的驅動電流的振幅變得適當的方式控制雷射驅動器 4-1、4-2 的振幅調整裝置 10。電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2、濾波器電路 6-1、6-2、及計數裝置 7 係構成計數手段。

以下為了容易說明，假定在半導體雷射 1 採用不具有模式跳躍（mode hopping）現象的類型（VCSEL 型、DFB 雷射型）。

雷射驅動器 4-1、4-2 係將關於時間按照恒定的變化率而反覆增減的三角波驅動電流作為注入電流而供給至半導體雷射 1-1、1-2。由此，半導體雷射 1-1、1-2 係以交替反覆第 1 振盪期間和第 2 振盪期間的方式被驅動，該第 1 振盪期間係振盪波長與注入電流的大小成正比以恒定的變化率連續地增加，該第 2 振盪期間係振盪波長與注入電流的大小成正比以恒定的變化率連續地減少。此時，雷射驅動器 4-1、4-2 係以在半導體雷射 1-1、1-2 中振盪波長的增減呈相反的方式供給驅動電流。亦即，在半導體雷射 1-1、1-2 中，振盪波長的變化率的絕對值相同，而變化率的極性為相反。因此，在半導體雷射 1-1 的振盪波長為最大值時，半導體雷射 1-2 的振盪波長為最小值，在半導體雷射 1-1 的振盪波長為最小值時，半導體雷射 1-2 的振盪波長為最大值。

第 2 圖係顯示半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波長之時間變化圖。在第 2 圖中，LD1 表示半導體雷射 1-1 的振盪波形，LD2 表示半導體雷射 1-2 的振盪波形，P1 表示第 1 振盪期間，P2 表示第 2 振盪期間， λ_a 表示各期間的振盪波長的最小值， λ_{ba} 表示各期間的振盪波長的最大值，T 表示三角波的周期。在本實施形態中，振盪波長的最大值 λ_b 及振盪波長的最小值 λ_a 係分別恒為一定，該等的差值 $\lambda_b - \lambda_a$ 亦恒為一定。

由半導體雷射 1-1、1-2 射出的雷射光係藉由透鏡 3-1、3-2 予以聚光而射入測定對象 11。此時，半導體雷射 1-

1、1-2 的雷射光係彼此平行地射出，並射入測定對象 11。由測定對象 11 反射的半導體雷射 1-1、1-2 的光係分別藉由透鏡 3-1、3-2 予以聚光，並射入半導體雷射 1-1、1-2。其中，透鏡 3-1、3-2 的聚光並非為必須。光電二極體 2-1、2-2 係分別將半導體雷射 1-1、1-2 的光輸出轉換成電流。電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 係分別將光電二極體 2-1、2-2 的輸出電流轉換成電壓並進行放大。

濾波器電路 6-1、6-2 具有從調變波抽出重疊訊號的功能。第 3 圖 (A)、第 3 圖 (B) 係分別以模式顯示電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓波形圖，第 3 圖 (C)、第 3 圖 (D) 係分別以模式顯示濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓波形圖。該等圖係表示由相當於光電二極體 2-1、2-2 之輸出的第 3 圖 (A)、第 3 圖 (B) 的波形 (調變波)，去除第 2 圖的半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波形 (載波)，以抽出第 3 圖 (C)、第 3 圖 (D) 的 MHP 波形 (重疊波) 的過程。

計數裝置 7 係針對濾波器電路 6-1、6-2 的各電路，隨時地對濾波器電路 6-1、6-2 的輸出所包含之每單位時間的 MHP 的數量進行計數。第 4 圖係顯示計數裝置 7 之構成之一例的方塊圖，第 5 圖係顯示計數裝置 7 的動作的流程圖。計數裝置 7 係由切換開關 70、周期測定部 71-1、71-2、轉換部 72-1、72-2 所構成。

首先，計數裝置 7 的切換開關 70 係進行判定是否為切換時 (第 5 圖的步驟 S100)，若為切換時，則切換濾

波器電路 6-1、6-2 的輸出與周期測定部 71-1、71-2 的連接（步驟 S101）。切換開關 70 的切換時係在每隔三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間發生。亦即，切換開關 70 係在第 1 振盪期間 P1 中，將濾波器電路 6-1 的輸出與周期測定部 71-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-2 的輸出與周期測定部 71-2 相連接；在第 2 振盪期間 P2 中，將濾波器電路 6-2 的輸出與周期測定部 71-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-1 的輸出與周期測定部 71-2 相連接（步驟 S101）。

亦即，對於周期測定部 71-1 係經常被輸入與濾波器電路 6-1 或 6-2 之輸出之中振盪波長正在增加的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出，對於周期測定部 71-2 係經常被輸入與濾波器電路 6-1 或 6-2 之輸出之中振盪波長正在減少的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出。其中，現在時間點為第 1 振盪期間 P1 或第 2 振盪期間 P2 係由雷射驅動器 4-1、4-2 被通知。切換開關 70 係按照來自雷射驅動器 4-1、4-2 的通知來進行切換動作。

周期測定部 71-1 係每當在來自切換開關 70 的輸入產生上升邊緣時，即對在第 1 計數期間內來自切換開關 70 的輸入的上升邊緣的周期（亦即 MHP 的周期）進行測定（第 5 圖的步驟 S102）。同樣地，周期測定部 71-2 係每當在來自切換開關 70 的輸入產生上升邊緣時，即對在第 2 計數期間內來自切換開關 70 的輸入的上升邊緣的周期（MHP 的周期）進行測定（步驟 S102）。

在此採用第 6 圖（A）至第 6 圖（D），對第 1、第 2

計數期間進行說明。第 6 圖 (A)、第 6 圖 (B) 係分別以模式顯示電流-電壓轉換放大器 5-1、5-2 的輸出電壓波形圖，第 6 圖 (C)、第 6 圖 (D) 係分別以模式顯示濾波器電路 6-1、6-2 的輸出電壓波形圖。 P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} 、 P_{n4} 、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8} 係表示第 1 計數期間， P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8} 係表示第 2 計數期間， t_{0a} 、 t_1 、 t_2 、 t_{0b} 、 t_3 、 t_4 、 t_{0c} 、 t_5 、 t_6 、 t_{0d} 、 t_7 、 t_8 係表示第 1 計數期間 P_n (P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} 、 P_{n4} 、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8}) 與第 2 計數期間 P_m (P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8}) 的開始或結束的時刻。

如第 6 圖 (C)、第 6 圖 (D) 所示，第 1 計數期間 P_n (P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} 、 P_{n4} 、 P_{n5} 、 P_{n6} 、 P_{n7} 、 P_{n8}) 係對於濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長增加的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出而設定，第 2 計數期間 P_m (P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8}) 係對於濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長減少的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出而設定。

最好第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 係比第 1 振盪期間 P_1 和第 2 振盪期間 P_2 的長度，亦即三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間短。此外，第 1 計數期間 P_n 及與其相對應的第 2 計數期間 P_m 係必須時刻為相一致。但是，第 1 計數期間 P_n 彼此可使時間部分重疊，第 2 計數期間 P_m 彼此亦可使時間部分重疊。

被輸入至周期測定部 71-1、71-2 的閘極訊號 GS 係在

第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數期間 P_m 的起始上升，在第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數期間 P_m 的結束下降的訊號。其中，第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數期間 P_m 係被設定為除了三角波驅動電流成為最大的部分（由振盪期間 P_1 切換成 P_2 的部分或由 P_2 切換成 P_1 的部分）以外的期間。

接著，計數裝置 7 的轉換部 72-1 係將周期測定部 71-1 所測定到的 MHP 的周期的平均值轉換成第 1 計數期間 P_n 中的每單位時間的 MHP 的數量 X （振盪波長正在增加的情形下半導體雷射的干涉波形的數量），轉換部 72-2 係將周期測定部 71-2 所測定到的 MHP 的周期的平均值轉換成第 2 計數期間 P_m 中的每單位時間的 MHP 的數量 Y （振盪波長正在減少的情形下半導體雷射的干涉波形的數量）（第 5 圖的步驟 S103）。若將 MHP 的平均周期設為 T_s ，三角波的頻率設為 f ，則每單位時間的 MHP 的數量係可利用 $\{ 2 / (f \times T_s) \}$ 進行計算。此時的單位時間為三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間。

計數裝置 7 係在每個第 1、第 2 計數期間 P_n 、 P_m 進行以上所示的處理。因此，在藉由周期測定部 71-1 和變換部 72-1 的動作計算 MHP 的數量 X 的同時，藉由周期測定部 71-2 和變換部 72-2 的動作計算 MHP 的數量 Y ，如此這樣同時求出 MHP 的數量 X 和 Y 。

接著，運算裝置 8 係根據半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 、最大振盪波長 λ_b 、與 MHP 的數量 X 、 Y ，計算出與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。第 7

圖係顯示運算裝置 8 之構成之一例的方塊圖，第 8 圖係顯示該運算裝置 8 的動作的流程圖。運算裝置 8 係由以下所構成：用以記憶由計數裝置 7 所計算出的 MHP 的數量 X 、 Y 及運算裝置 8 的計算結果的記憶部 80；根據半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 、最大振盪波長 λ_b 和 MHP 的數量 X 、 Y ，計算與測定對象 11 的距離的候補值和測定對象 11 的速度的候補值的距離・速度計算部 81；根據距離・速度計算部 81 的計算結果，判定測定對象 11 的狀態的狀態判定部 82；根據狀態判定部 82 的判定結果，確定測定對象 11 的速度的速度確定部 83；以及根據狀態判定部 82 的判定結果，確定與測定對象 11 的距離的距離確定部 84。速度確定部 83 和距離確定部 84 係構成距離・速度確定手段。

在本實施形態中，係設成將測定對象 11 的狀態滿足預定條件的微小位移狀態、或變動比微小位移狀態更大的位移狀態中的任一者。當將計數期間 P_n 和計數期間 P_m 的每個期間的測定對象 11 的平均位移設為 V 時，所謂微小位移狀態係指滿足 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b > V / L_b$ 的狀態，所謂位移狀態係指滿足 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b \leq V / L_b$ 的狀態。其中， L_b 為第 1、第 2 計數期間 P_n 、 P_m 的中間時刻之與測定對象 11 的距離。

首先，運算裝置 8 的記憶部 80 係記憶由計數裝置 7 所計算出的 MHP 的數量 X 、 Y （第 8 圖的步驟 S201）。

接著，運算裝置 8 的距離・速度計算部 81 係計算測

定對象 11 的速度的候補值及與測定對象 11 的距離的候補值，並將所計算出的值儲放在記憶部 80（第 8 圖的步驟 S202）。

如下式所示，距離・速度計算部 81 係根據第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的數量 $X(t)$ 和下一時刻的第 2 計數期間 P_{m+1} 中的 MHP 的數量 $Y(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的速度的第 1 候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ ，根據第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的數量 $Y(t)$ 和下一時刻的第 1 計數期間 P_{n+1} 中的 MHP 的數量 $X(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的速度的第 2 候補值 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ ，根據 MHP 的數量 $X(t)$ 和 $Y(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的速度的第 3 候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ ，和根據 MHP 的數量 $Y(t)$ 和 $X(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的速度的第 4 候補值 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ ，並儲放在記憶部 80（步驟 S202）。

$$V_{\alpha 1}(t, t+1)=(X(t)-Y(t+1))\times\lambda b/4 \quad \cdots (2)$$

$$V_{\alpha 2}(t, t+1)=(Y(t)-X(t+1))\times\lambda a/4 \quad \cdots (3)$$

$$V_{\beta 3}(t, t+1)=(X(t)+Y(t+1))\times\lambda b/4 \quad \cdots (4)$$

$$V_{\beta 4}(t, t+1)=(Y(t)+X(t+1))\times\lambda a/4 \quad \cdots (5)$$

此外，如下式所示，距離・速度計算部 81 係根據第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的數量 $X(t)$ 和同一時刻的第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的數量 $Y(t)$ 計算時刻 $t-1$ 至 t 中的速度的第 5 候補值 $V_{\alpha 5}(t)$ 和第 6 候補值 $V_{\beta 6}(t)$ ，並

儲放在記憶部 80 (步驟 S202)。

$$V\alpha 5(t)=(X(t)-Y(t))\times(\lambda a+\lambda b)/8 \quad \cdots (6)$$

$$V\beta 6(t)=(X(t)+Y(t))\times(\lambda a+\lambda b)/8 \quad \cdots (7)$$

此外，如下式所示，距離・速度計算部 81 係根據第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的數量 $X(t)$ 和下一時刻的第 2 計數期間 P_{m+1} 中的 MHP 的數量 $Y(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的距離的第 1 候補值 $L\alpha 1(t, t+1)$ ，根據第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的數量 $Y(t)$ 和下一時刻的第 1 計數期間 P_{n+1} 中的 MHP 的數量 $X(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的距離的第 2 候補值 $L\alpha 2(t, t+1)$ ，根據 MHP 的數量 $X(t)$ 和 $Y(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的距離的第 3 候補值 $L\beta 3(t, t+1)$ ，和根據 MHP 的數量 $Y(t)$ 和 $X(t+1)$ 計算時刻 t 至 $t+1$ 中的距離的第 4 候補值 $L\beta 4(t, t+1)$ ，並儲放在記憶部 80 (步驟 S202)。

$$L\alpha 1(t, t+1)=\lambda a\times\lambda b(X(t)+Y(t+1))/(4\times(\lambda a-\lambda b)) \quad \cdots (8)$$

$$L\alpha 2(t, t+1)=\lambda a\times\lambda b(Y(t)+X(t+1))/(4\times(\lambda a-\lambda b)) \quad \cdots (9)$$

$$L\beta 3(t, t+1)=\lambda a\times\lambda b(X(t)-Y(t+1))/(4\times(\lambda a-\lambda b)) \quad \cdots (10)$$

$$L\beta 4(t, t+1)=\lambda a\times\lambda b(Y(t)-X(t+1))/(4\times(\lambda a-\lambda b)) \quad \cdots (11)$$

此外，如下式所示，距離・速度計算部 81 係根據第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的數量 $X(t)$ 和同一時刻的第 2 計

數期間 P_m 中的 MHP 的數量 $Y(t)$ 計算時刻 $t-1$ 至 t 中之與測定對象 11 的距離的第 5 候補值 $L_{\alpha 5}(t)$ 和第 6 候補值 $L_{\beta 6}(t)$ ，並儲放在記憶部 80（步驟 S202）。

$$L_{\alpha 5}(t) = \lambda_a \times \lambda_b (X(t) + Y(t)) / (4 \times (\lambda_a - \lambda_b)) \quad \cdots (12)$$

$$L_{\beta 6}(t) = \lambda_a \times \lambda_b (X(t) - Y(t)) / (4 \times (\lambda_a - \lambda_b)) \quad \cdots (13)$$

在數式（2）至數式（13）中，候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 、 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 、 $V_{\alpha 5}(t)$ 、 $L_{\alpha 1}(t, t+1)$ 、 $L_{\alpha 2}(t, t+1)$ 、 $L_{\alpha 5}(t)$ 係假設測定對象 11 處於微小位移狀態所計算出的值，候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 、 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 、 $V_{\beta 6}(t)$ 、 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 、 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 、 $L_{\beta 6}(t)$ 係假設測定對象 11 處於位移狀態所計算出的值。

時刻 $t+1$ 係第 1 計數期間 P_{n+1} 及第 2 計數期間 P_{m+1} 的結束時刻，時刻 t 係 P_{n+1} 、 P_{m+1} 的前 1 次的第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數期間 P_m 的結束時刻，時刻 $t-1$ 係 P_{n+1} 、 P_{m+1} 的前 2 次的第 1 計數期間 P_{n-1} 及第 2 計數期間 P_{m-1} 的結束時刻。 $X(t+1)$ 係第 1 計數期間 P_{n+1} 中的 MHP 的數量， $X(t)$ 係第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的數量， $Y(t+1)$ 係第 2 計數期間 P_{m+1} 中的 MHP 的數量， $Y(t)$ 係第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的數量。

例如，若當前時刻設為 $t+1=t_2$ ，則第 1 計數期間 P_{n+1} 為第 6 圖（C）的 P_{n2} ，前 1 次的第 1 計數期間 P_n 為 P_{n1} ，第 2 計數期間 P_{m+1} 為第 6 圖（D）的 P_{m2} ，前 1 次

的第 2 計數期間 P_m 為 P_{m1} 。此外，若當前時刻設為 $t+1=t_3$ ，則第 1 計數期間 P_{n+1} 為 P_{n3} ，前 1 次的第 1 計數期間 P_n 為 P_{n2} ，第 2 計數期間 P_{m+1} 為 P_{m3} ，前 1 次的第 2 計數期間 P_m 為 P_{m2} 。運算裝置 8 在每次利用計數裝置 7 計算 MHP 的數量的時刻，即進行數式 (2) 至數式 (13) 的計算。

接著，運算裝置 8 的狀態判定部 82 係使用記憶在記憶部 80 的數式 (2) 至數式 (5) 的計算結果，判定測定對象 11 的狀態 (第 8 圖的步驟 S203)。狀態判定部 82 係在 $V_{\alpha 1}(t, t+1) = V_{\alpha 2}(t, t+1)$ ，亦即數式 (2) 和數式 (3) 的計算結果為相等的情形下，判定測定對象 11 處於微小位移狀態。此外，狀態判定部 82 係在 $V_{\beta 3}(t, t+1) = V_{\beta 4}(t, t+1)$ ，亦即數式 (4) 和數式 (5) 的計算結果為相等的情形下，判定測定對象 11 處於位移狀態。其中，狀態判定部 82 係在數式 (2) 的計算結果和數式 (3) 的計算結果的誤差位於預定的誤差範圍內的情形下，判定該等為相等。關於數式 (4) 和數式 (5) 的計算結果相等與否，均同樣地可進行判定。

運算裝置 8 的速度確定部 83 係根據狀態判定部 82 的判定結果，確定測定對象 11 的速度的絕對值 (第 8 圖的步驟 S204)。亦即，速度確定部 83 係在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度的候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中的測定對象 11 的速度的絕對值 (步驟

S204)。

此外，速度確定部 83 係在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度的候補值 $V\beta 3(t, t+1)$ 和 $V\beta 4(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S204）。

如上所示，藉由使用數式（2）和數式（3）的計算結果的平均值或數式（4）和數式（5）的計算結果的平均值，即可提升耐雜訊性。其中，雖然耐雜訊性差，但速度確定部 83 係可在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定速度的候補值 $V\alpha 1(t, t+1)$ 和 $V\alpha 2(t, t+1)$ 的任一者為測定對象 11 的速度的絕對值，亦可在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，確定速度的候補值 $V\beta 3(t, t+1)$ 和 $V\beta 4(t, t+1)$ 的任一者為測定對象 11 的速度的絕對值。

其中，速度確定部 83 亦可在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度的候補值 $V\alpha 5(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S204）。此外，速度確定部 83 亦可在判定測定對象 11 處於位移狀態的情形下，計算出記憶在記憶部 80 的速度的候補值 $V\beta 6(t)$ 作為時刻 $t-1$ 至 t 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S204）。

相較於使用數式（2）至數式（5）的計算結果的情形，使用數式（6）或數式（7）可計算出更為正確的速度。

接著，速度確定部 83 係計算以下的數式（14）、數

式（15），確定測定對象 11 的速度的方向（第 8 圖的步驟 S205）。

$$\Sigma X = X(t) + X(t+1) \quad \dots (14)$$

$$\Sigma Y = Y(t) + Y(t+1) \quad \dots (15)$$

速度確定部 83 係比較數式（14）的 ΣX 和數式（15）的 ΣY 的大小，在 ΣX 比 ΣY 大的情形下，係判定測定對象 11 正接近距離・速度計，在 ΣY 比 ΣX 大的情形下，則係判定測定對象 11 正遠離距離・速度計。

其中，在步驟 S204 中，速度確定部 83 係在使用數式（6）或數式（7）的計算結果取代使用數式（2）至數式（5）的計算結果來確定速度的絕對值的情形下，比較 MHP 的數量 $X(t)$ 和 $Y(t)$ 的大小，在 $X(t)$ 比 $Y(t)$ 大的情形下，判定測定對象 11 正接近距離・速度計，在 $Y(t)$ 比 $X(t)$ 大的情形下，判定測定對象 11 正遠離距離・速度計（步驟 S205）。

接著，距離確定部 84 係根據狀態判定部 82 的判定結果，確定與測定對象 11 的距離（第 8 圖的步驟 S206）。亦即，距離確定部 84 係在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離的候補值 $L\alpha 1(t, t+1)$ 與 $L\alpha 2(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S206）。

此外，距離確定部 84 係在判定測定對象 11 處於位移

狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離的候補值 $L\beta 3(t, t+1)$ 與 $L\beta 4(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S206）。其中，雖然耐雜訊性差，但距離確定部 84 可在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定距離的候補值 $L\alpha 1(t, t+1)$ 和 $L\alpha 2(t, t+1)$ 的任一者為與測定對象 11 的距離，亦可在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，確定距離的候補值 $L\beta 3(t, t+1)$ 和 $L\beta 4(t, t+1)$ 的任一者為與測定對象 11 的距離。

其中，距離確定部 84 亦可在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離的候補值 $L\alpha 5(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S206）。此外，距離確定部 84 亦可在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離的候補值 $L\beta 6(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S206）。

相較於使用數式（8）至數式（11）的計算結果的情形，使用數式（12）或數式（13）可計算出更為正確的距離。

運算裝置 8 係在有由例如用戶（user）指示測量結束為止（第 8 圖的步驟 S207 中的 YES），在每次利用計數裝置 7 計算 MHP 的數量的時刻，即進行如以上所示的步驟 S201 至 S206 的處理。

顯示裝置 9 係以即時（real time）顯示藉由運算裝置

8 所計算出的與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。

另一方面，振幅調整裝置 10 係使用運算裝置 8 的狀態判定部 83 的判定結果，以使半導體雷射 1-1、1-2 的三角波驅動電流的振幅成為適當的方式控制雷射驅動器 4-1、4-2。

如本實施形態所示，在使用複數個半導體雷射 1-1、1-2 的距離・速度計中，若在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值存在差異，就會在測定值產生誤差。第 9 圖（A）至（C）係用以說明隨半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化的切換，MHP 的數量 X、Y 的變化圖，第 9 圖（A）係顯示半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波長的時間變化圖，第 9 圖（B）係顯示半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值相等時的 MHP 的數量 X、Y 的變化圖，第 9 圖（C）係顯示半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值存在差異時的 MHP 的數量 X、Y 的變化圖。在第 9 圖（A）至第 9 圖（C）中，LD1 係半導體雷射 1-1 的振盪波形，LD2 係半導體雷射 1-2 的振盪波形，X1、X2 分別是振盪波長正在增加的情形下的半導體雷射 1-1、1-2 的 MHP 的數量，Y1、Y2 分別是振盪波長正在減少的情形下的半導體雷射 1-1、1-2 的 MHP 的數量。

在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值為相等的情形下，如第 9 圖（B）所示，即便在半導體雷射 1-1、1-2 的振盪波長由增加切換成減少，或由減少切換成增加

的時序 SW1、SW2、SW3 的前後，雖然 MHP 的數量 X、Y 分別保持連續性，但若在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值存在差異時，如第 9 圖（C）所示，MHP 的數量 X、Y 分別會失去連續性。

因此，本實施形態的振幅調整裝置 10 係使用在運算裝置 8 的距離・速度計算部 81 所計算出的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 、 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 、 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 、 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 中，根據狀態判定部 82 的判定結果，速度確定部 83 判斷出非為真值而未採用者的速度候補值來進行振幅調整。在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行運動的情形下，速度確定部 83 未採用者的速度候補值係 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值，在判定出測定對象 11 以位移狀態進行運動的情形下，速度確定部 83 未採用者的速度候補值係 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值。

振幅調整器 10 係透過雷射驅動器 4-1、4-2 來調整三角波驅動電流的振幅，以使速度確定部 83 未採用者的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 與 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值或 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 與 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值，大致等於在距離確定部 84 判斷出為真值而採用者的距離候補值 $L_{\alpha 1}(t, t+1)$ 與 $L_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值或 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 與 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值乘以半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值。此時，可對於由雷射驅動器 4-1 提供至半導體雷射 1-1 的驅動電流及由雷射驅動器 4-2 提供至半導體雷射 1-2 的驅動電流的雙方進行振幅調整，亦可調整

任一方。在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，距離確定部 84 採用者的距離候補值為 $L\alpha 1(t, t+1)$ 與 $L\alpha 2(t, t+1)$ 的平均值，在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，距離確定部 84 採用者的距離候補值為 $L\beta 3(t, t+1)$ 與 $L\beta 4(t, t+1)$ 的平均值。

第 10 圖係用以說明由雷射驅動器 4-1、4-2 被供給至半導體雷射 1-1、1-2 的三角波驅動電流的振幅的調整方法的說明圖。按照來自振幅調整裝置 10 的指示，雷射驅動器 4-1、4-2 係藉由將驅動電流的最大值固定在固定值（在第 10 圖之例中，由半導體雷射 1-1、1-2 所規定的驅動電流的上限值 CL）的情形下直接增加或減小驅動電流的最小值，來調整驅動電流的振幅 AMP。如此一來，可將驅動電流的振幅設定為適當的值。

如本實施形態所示，藉由調整三角波驅動電流的振幅，可使半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值相等，可降低距離及速度的測定誤差。

其中，在速度確定部 83 使用數式（6）或數式（7）的計算結果代替使用數式（2）至數式（5）的計算結果來確定速度的絕對值的情形下，振幅調整裝置 10 係進行調整三角波驅動電流的振幅，以使速度確定部 83 判斷出非為真值而未採用者的速度候補值 $V\alpha 5(t)$ 或 $V\beta 6(t)$ 大致等於在距離確定部 84 判斷出為真值而採用者的距離候補值 $L\alpha 5(t)$ 或 $L\beta 6(t)$ 乘以半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda b - \lambda a) / \lambda b$ 的值。在判定出測定對象 11 以微

小位移狀態進行運動的情形下，速度確定部 83 未採用者的速度候補值係 $V\beta 6(t)$ ，在判定出測定對象 11 以位移狀態進行運動的情形下，速度確定部 83 未採用者的速度候補值係 $V\alpha 5(t)$ 。在判定出測定對象 11 處於微小位移狀態的情形下，距離確定部 84 採用者的距離候補值為 $L\alpha 5(t)$ ，在判定出測定對象 11 處於位移狀態的情形下，距離確定部 84 採用者的距離候補值為 $L\beta 6(t)$ 。

此外，振幅調整器 10 亦可透過雷射驅動器 4-1、4-2 來調整三角波驅動電流的振幅，以使根據狀態判定部 82 的判定結果，速度確定部 83 判斷出為真值而採用者的速度候補值 $V\alpha 1(t, t+1)$ 和 $V\alpha 2(t, t+1)$ 的平均值或 $V\beta 3(t, t+1)$ 和 $V\beta 4(t, t+1)$ 的平均值，在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序的前後保持連續性。此外，在速度確定部 83 代替使用數式 (2) 至數式 (5) 的計算結果而使用數式 (6) 或數式 (7) 的計算結果來確定速度的絕對值的情形下，振幅調整裝置 10 亦可調整三角波驅動電流的振幅，以使速度確定部 83 判斷出為真值而採用者的速度候補值 $V\alpha 5(t)$ 或 $V\beta 6(t)$ ，在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序的前後保持連續性。

其中，當前時刻為第 1 振盪期間 P1 或為第 2 振盪期間 P2 係由雷射驅動器 4-1、4-2 通知，半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序亦由雷射驅動器 4-1、4-2 通知。振幅調整裝置 10 係按照來自雷射驅動器 4-1、4-2 的通知來進行動作。

此外，振幅調整裝置 10 亦可調整三角波驅動電流的振幅，以使根據狀態判定部 82 的判定結果，距離確定部 84 判斷出為真值而採用者的距離候補值 $L_{\alpha 1}(t, t+1)$ 和 $L_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值或 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序前後保持連續性。此外，在距離確定部 84 使用數式 (12) 或數式 (13) 的計算結果取代使用數式 (8) 至數式 (11) 的計算結果來確定距離的情形下，振幅調整裝置 10 亦可調整三角波驅動電流的振幅，以使距離確定部 84 判斷出為真值而採用者的距離候補值 $L_{\alpha 5}(t)$ 或 $L_{\beta 6}(t)$ 在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序前後保持連續性。

爲了在半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序前後，使速度或距離的計算結果具有連續性，亦可使用例如最小平方法。此外，如第 11 圖所示，振幅調整裝置 10 亦可調整三角波驅動電流的振幅，俾以將速度（或距離）的計算結果相連結而得的特性線 VL 延長至半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化進行切換的時序 SW 之後，在相對於該延長線的預定範圍 ER 內包含有時序 SW 之後之起始速度（或距離）的計算結果 VV。

如以上所述，在本實施形態中，使半導體雷射 1-1、1-2 交替反覆振盪波長連續增加的第 1 振盪期間和振盪波長連續減少的第 2 振盪期間，針對光電二極體 2-1 和 2-2 的各二極體，對光電二極體 2-1、2-2 的輸出訊號所包含的

MHP 的數量進行計數，根據該計數結果和半導體雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長 λ_a 以及最大振盪波長 λ_b ，即可計算與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。結果，在本實施形態中，一面活用 (a) 可使裝置小型化；(b) 不需要高速的電路；(c) 強抗擾亂光；(d) 不選擇測定對象之類之習知自耦合型雷射測量器的優點，一面不僅可測量與測定對象 11 的距離，亦可測量測定對象 11 的速度。另外，根據本實施形態，可以判定測定對象 11 是進行等速運動，還是進行等速運動以外的運動。

此外，在本實施形態中，由振盪波長的增減成相反的半導體雷射 1-1、1-2，使相互平行的雷射光同時放射至測定對象 11，在比第 1 振盪期間和第 2 振盪期間短的第 1 計數期間 P_n ，求出光電二極體 2-1 或 2-2 的輸出所包含的 MHP 的數量 X ，在與第 1 計數期間 P_n 同時刻的第 2 計數期間 P_m ，求出光電二極體 2-2 或 2-1 的輸出所包含的 MHP 的數量 Y ，由此可以比專利文獻 1 所揭示的距離・速度計更短的時間來測定距離與速度。在專利文獻 1 所揭示的距離・速度計中，雖然必須經過至少 3 次的例如第 1 振盪期間 $t-1$ 、第 2 振盪期間 t 以及第 1 振盪期間 $t+1$ 來對 MHP 的數量進行計數，但在本實施形態中，例如在第 1 計數期間 P_{n1} 及第 2 計數期間 P_{m1} ，對 MHP 的數量 X 、 Y 計數 1 次，另外在第 1 計時期間 P_{n2} 及第 2 計數期間 P_{m2} ，對 MHP 的數量 X 、 Y 計數 1 次即可，藉由共 2 次對 MHP 的數量進行計數，可求出距離與速度。

另外，在本實施形態中，藉由使半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化量的絕對值相等，即可提高距離及速度的測定精度。

（第 2 實施形態）

接著，說明本發明的第 2 實施形態。在本實施形態中，由於距離・速度計的整體構成與第 1 實施形態相同，所以使用第 1 圖的元件符號進行說明。第 12 圖係顯示本發明的第 2 實施形態中的計數裝置 7 的構成的一例的方塊圖，第 13 圖係顯示此計數裝置 7 的動作的流程圖。本實施形態的計數裝置 7 係由切換開關 70a；判定部 73-1、73-2；邏輯與運算部（AND）74-1、74-2；計數器 75-1、75-2；計數結果補正部 76-1、76-2；記憶部 77；周期和計算部 78-1、78-2；及個數計算部 79-1、79-2 所構成。

第 14 圖係顯示計數結果補正部 76-1 的構成的一例的方塊圖。計數結果補正部 76-1 係由周期測定部 760、頻率分佈作成部 761、中位數計算部 762 及補正值計算部 763 所構成。計數結果補正部 76-2 的構成由於與計數結果補正部 76-1 相同，故省略說明。

第 15 圖（A）至第 15 圖（F）係用以說明本實施形態之計數裝置 7 的動作圖，第 15 圖（A）係以模式顯示濾波器電路 11 之輸出電壓的波形，亦即 MHP 的波形的圖，第 15 圖（B）係顯示與第 15 圖（A）相對應的判定部 73-1、73-2 的輸出的圖，第 15 圖（C）係顯示被輸入至計數裝置

7 的閘極訊號 GS 的圖，第 15 圖 (D) 係顯示與第 15 圖 (B) 相對應之計數器 75-1 的計數結果的圖，第 15 圖 (E) 係顯示被輸入至計數裝置 7 的時鐘訊號 CLK 的圖，第 15 圖 (F) 係顯示與第 15 圖 (B) 相對應之計數結果補正部 76-1 之周期測定部 760 之測定結果的圖。其中，在第 15 圖 (A) 至第 15 圖 (F) 中，係顯示有關半導體雷射 1-1 的振盪波長增加、半導體雷射 1-2 的振盪波長減少的第 1 振盪期間 P1 的動作。

首先，計數裝置 7 的切換開關 70a 判定是否為切換時 (第 13 圖的步驟 S300)，若為切換時，則更換濾波器電路 6-1、6-2 的輸出和判定部 73-1、73-2 的連接 (步驟 S301)。切換開關 70a 的切換時係產生於每個三角波的周期 T 的 $1/2$ 的時間。亦即，切換開關 70a 係在第 1 振盪期間 P1，將濾波器電路 6-1 的輸出與判定部 73-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-2 的輸出與判定部 73-2 的輸入相連接；在第 2 振盪期間 P2，將濾波器電路 6-2 的輸出與判定部 73-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-1 的輸出與判定部 73-2 相連接 (步驟 S301)。

亦即，在判定部 73-1 中，經常會被輸入濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長正在增加的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出，在判定部 73-2 中，經常會被輸入濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出中與振盪波長正在減少的半導體雷射 1-1 或 1-2 相對應的輸出。其中，當前時刻是第 1 振盪期間 P1 或第 2 振盪期間係由雷射驅動器 4-1、4-2 所

通知。切換開關 70a 係按照來自雷射驅動器 4-1、4-2 的通知進行切換動作。

計數裝置 7 的判定部 73-1 係判定第 15 圖 (A) 所示的濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出電壓為高位準 (H) 或低位準 (L)，輸出如第 15 圖 (B) 所示的判定結果。此時，判定部 73-1 係在濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出電壓上升至臨限值 TH1 以上時，判定為高位準；在濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出電壓下降至臨限值 TH2 ($TH2 < TH1$) 以下時，判定為低位準，藉此將濾波器電路 6-1 或 6-2 的輸出 2 值化 (第 13 圖的步驟 S302)。同樣地，判定部 73-2 係將濾波器電路 6-2 或 6-1 的輸出 2 值化 (步驟 S302)。

AND74-1 係輸出判定部 73-1 的輸出與第 15 圖 (C) 所示的閘極訊號 GS 的邏輯與運算的結果，計數器 75-1 係如第 15 圖 (D) 所示，對 AND74-1 的輸出的上升進行計數 (第 13 圖步驟 S303)。同樣地，AND74-2 係輸出判定部 73-2 的輸出與閘極訊號 GS 的邏輯與運算的結果，計數器 75-2 係對 AND74-2 的輸出的上升進行計數 (步驟 S303)。在此，閘極訊號 GS 係在第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數周期 P_m 的起始時上升，在第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數周期 P_m 的結束時下降的訊號。因此，計數器 75-1、75-2 係對第 1、第 2 計數期間 P_n 、 P_m 中之 AND74-1、74-2 的輸出的上升邊緣的數量 (亦即 MHP 的上升邊緣的數量) 進行計數。第 1 計數期間 P_n 及第 2 計數期間 P_m 的定義係按照第 6 圖 (A) 至第 6 圖 (D) 的說明。

另一方面，計數結果補正部 76-1 的周期測定部 760 係在每次 AND74-1 的輸出中產生上升邊緣時，即對第 1 計數期間 P_n 中的 AND74-1 的輸出的上升邊緣的周期（亦即 MHP 的周期）進行測定（第 13 圖的步驟 S304）。此時，周期測定部 760 係以第 15 圖（E）所示之時鐘訊號 CLK 的周期為 1 個單位來測定 MHP 的周期。在第 15 圖（F）之例中，周期測定部 760 係依序測定 T_α 、 T_β 、 T_γ 作為 MHP 的周期。由第 15 圖（E）、第 15 圖（F）可知，周期 T_α 、 T_β 、 T_γ 的大小係分別為 5 時鐘、4 時鐘、2 時鐘。時鐘訊號 CLK 的頻率遠大於 MHP 所可取得的最高頻率。

同樣地，計數結果補正部 76-2 的周期測定部 760 係在每次 AND74-2 的輸出中產生上升邊緣時，即對第 2 計數期間 P_m 中的 AND74-2 的輸出的上升邊緣的周期（MHP 的周期）進行測定（步驟 S304）。

記憶部 77 係記憶計數器 75-1、75-2 的計數結果和計數結果補正部 76-1、76-2 各自的周期測定部 760 的測定結果。

在閘極訊號 GS 下降、第 1 計數期間 P_n 結束之後，計數結果補正部 76-1 的頻率分佈作成部 761 係根據記憶在記憶部 77 中的計數結果補正部 76-1 的周期測定部 760 的測定結果，作成第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的周期的頻率分佈（第 13 圖的步驟 S305）。同樣地，在第 2 計數期間 P_m 結束之後，計數結果補正部 76-2 的頻率分佈作成部 761 係根據計數結果補正部 76-2 的周期測定部 760 的測定

結果，作成第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的周期的頻率分佈（步驟 S305）。其中，當 n 較小時，由於用以求取中位數的頻率變少、求取中位數的精度降低，因此當使用比 P_n 更為之前的周期時，求出第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的周期的中位數時的頻率分佈就會在連續的雜訊下更強。

接著，計數結果補正部 76-1 的中位數計算部 762 係根據計數結果補正部 76-1 的頻率分佈作成部 761 所作成的頻率分佈，計算第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的周期的中位數（median） T_0 （第 13 圖步驟 S306）。同樣地，計數結果補正部 76-2 的中位數計算部 762 係根據計數結果補正部 76-2 的頻率分佈作成部 761 所作成的頻率分佈，計算第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的周期的中位數 T_0 （步驟 S306）。

計數結果補正部 76-1 的補正值計算部 763 係根據計數結果補正部 76-1 的頻率分佈作成部 761 所作成的頻率分佈，求出為第 1 計數期間 P_n 中的周期的中位數 T_0 的 0.5 倍以下的等級的頻率總和 N_s 以及為第 1 計數期間 P_n 中的周期的中位數 T_0 的 1.5 倍以上的等級的頻率總和 N_w ，並如下式補正計數器 75-1 的計數結果（第 13 圖的步驟 S307）。

$$N' = N + N_w - N_s \quad \cdots (16)$$

在數式（16）中， N 係作為計數器 75-1 的計數結果

的 MHP 的數量， N' 係補正後的計數結果。

同樣地，計數結果補正部 76-2 的補正值計算部 763 係根據計數結果補正部 76-2 的頻率分佈作成部 761 所作出的頻率分佈，求出為第 2 計數期間 P_m 中的周期的中位數 T_0 的 0.5 倍以下的等級的頻率總和 N_s 以及為第 2 計數期間 P_m 中的周期的中位數 T_0 的 1.5 倍以上的等級的頻率總和 N_w ，並如數式 (16) 所示補正計數器 75-2 的計數結果 N (步驟 S307)。

在第 16 圖顯示 MHP 的周期的頻率分佈的一例。在第 16 圖中， T_s 係 MHP 的周期的中位數 T_0 的 0.5 倍的等級值， T_w 係中位數 T_0 的 1.5 倍的等級值。毫無疑問地，第 16 圖中的等級是 MHP 的周期的代表值。其中，為了簡化第 16 圖中的記載，省略中位數 T_0 與 T_s 之間、以及中位數 T_0 與 T_w 之間的頻率分佈。

第 17 圖係用以說明計數器 75-1、75-2 之計數結果之補正原理的圖，第 17 圖 (A) 係以模式顯示濾波器電路 6-1 之輸出電壓的波形，亦即 MHP 的波形的圖，第 17 圖 (B) 係顯示與第 17 圖 (A) 相對應之計數器 75-1 的計數結果的圖。

原本 MHP 的周期係依與測定對象 11 的距離而異，但是若與測定對象 11 的距離不變，則 MHP 係以相同的周期出現。但是由於雜訊而會在 MHP 波形發生缺漏或產生不應作為訊號進行計數的波形，而在 MHP 的數量產生誤差。

當發生訊號缺漏時，在已發生缺漏的部位的 MHP 的周期 T_w 係成為原本周期的大約 2 倍。亦即，當 MHP 的周期為中位數 T_0 的約 2 倍以上時，係可判斷在訊號中已發生缺漏。因此，將周期 T_w 以上之等級的頻率總和 N_w 視為訊號缺漏的次數，並將該 N_w 加算在計數器 75-1 的計數結果 N ，藉此可補正訊號的缺漏。

此外，在將雜訊進行計數後的部位的 MHP 的周期 T_s 係成為原本周期的大約 0.5 倍。亦即，當 MHP 的周期約為中位數的 0.5 倍以下時，係可判斷已過剩計數訊號。因此，將周期 T_s 以下之等級的頻率總和 N_s 視為過剩計數訊號的次數，並由計數器 75-1 的計數結果 N 減算該 N_s ，藉此可補正誤數的雜訊。

以上為數式 (16) 所示之計數結果的補正原理。計數器 75-2 的計數結果亦可按相同的原理加以補正。其中，在本實施形態中，係將 T_s 設為周期中位數 T_0 的 0.5 倍的值，將 T_w 設為中位數 T_0 的 1.5 倍的值而非中位數 T_0 的 2 倍的值，設為 1.5 倍的理由容後陳述。

接著，計數裝置 7 的周期和計算部 78-1 係根據記憶在記憶部 77 中之計數結果補正部 76-1 的周期測定部 760 的測定結果，計算第 1 計數期間 P_n 中的 MHP 的周期的總和 Sum (第 13 圖步驟 S308)。同樣地，周期和計算部 78-2 係根據計數結果補正部 76-2 的周期測定部 760 的測定結果，計算第 2 計數期間 P_m 中的 MHP 的周期的總和 Sum (步驟 S308)。

計數裝置 7 的個數計算部 79-1 係計算第 1 計數期間 P_n 中每單位時間的 MHP 的數量 X （振盪波長正在增加的半導體雷射的干涉波形的數量），個數計算部 79-2 係計算第 2 計數期間 P_m 中的每單位時間的 MHP 的數量 Y （振盪波長正在減少的半導體雷射的干涉波形的數量）（第 13 圖步驟 309）。個數計算部 79-1 係以由周期和計算部 78-1 所計算出的第 1 計數期間中的 MHP 的周期的總和 Sum 來除由計數結果補正部 76-1 的補正值計算部 763 所計算出的補正後的計數結果 N' ，藉此計算第 1 計數期間 P_n 中每單位時間的 MHP 的數量 X 。

$$X = N' / Sum \quad \dots (17)$$

同樣地，個數計算部 79-2 係以由周期和計算部 78-2 所計算出的第 2 計數期間中的 MHP 的周期的總和 Sum 來除由計數結果補正部 76-2 的補正值計算部 763 所計算出的補正後的計數結果 N' ，藉此計算第 2 計數期間 P_m 中每單位時間的 MHP 的數量 Y 。

計數裝置 7 係按每一第 1、第 2 計數期間 P_n 、 P_m 進行以上所示的處理。因此，以藉由判定部 73-1、AND74-1、計數器 75-1、計數結果補正部 76-1、記憶部 77、周期和計算部 78-1 及個數計算部 79-1 的動作來計算 MHP 的數量 X ，同時藉由判定部 73-2、AND74-2、計數器 75-2、計數結果補正部 76-2、記憶部 77、周期和計算部 78-2 及個

數計算部 79-2 的動作來計算 MHP 的數量 Y 的方式同時求出 MHP 的數量 X 和 Y 。

計數裝置 7 以外的構成係與第 1 實施形態相同。在本實施形態中，測定計數期間中的 MHP 的周期，基於此測定結果作成計數期間中的 MHP 的周期的頻率分佈，基於頻率分佈計算 MHP 的周期的中位數，基於頻率分佈求出為中位數的 0.5 倍以下的等級的頻率總和 N_s 及為中位數的 1.5 倍以上的等級的頻率總和 N_w ，根據該等頻率 N_s 及 N_w 補正計算器的計數結果，由此可修正 MHP 的計數誤差，因此相較於第 1 實施形態，可使距離及速度的測定精度提高。

接著，在本實施形態中，說明使用周期的頻率分佈的中位數作為 MHP 的基準周期的理由，及將求出頻率 N_w 時之周期的臨限值設為中位數的 1.5 倍的理由。

首先，針對由於已誤數雜訊而將 MHP 的周期分割為 2 的情形下的計數結果的補正加以說明。當半導體雷射的振盪波長變化呈線性時，MHP 的周期係以將計數期間除以 MHP 的數量 N 所得的 T_0 為中心進行常態分佈（第 18 圖）。

接著，考慮因雜訊而分割為 2 的 MHP 的周期。過剩計數雜訊的結果而分割為 2 的 MHP 的周期係以隨機的比例分割為 2，但是分割前的周期為以 T_0 為中心的常態分佈，因此成為相對於 $0.5T_0$ 呈對稱的頻率分佈（第 19 圖的 a）。

針對包含該雜訊的 MHP 的周期的頻率分佈，假設 MHP 的 $k\%$ 因雜訊而將周期分割為 2 時，計算 MHP 的周期的平均值及中位數。

所有周期的和恒為計數期間，並不會改變，但是當 MHP 的 $k\%$ 因雜訊而將周期分割為 2 時，頻率的積分值會成為 $(1+k[\%])N$ ，因此 MHP 的周期的平均值成為 $(1/(1+k[\%]))T_0$ 。

另一方面，當忽略以雜訊的分佈而與常態分佈相重疊的部分時，分割為 2 的雜訊累積頻率係成為中位數與 T_0 之間的等級所包含的頻率的兩倍，因此，MHP 的周期的中位數係位於第 20 圖之 b 的面積為 a 的面積的 2 倍的位置。

在屬於 Microsoft 公司之軟體的 Excel (註冊商標) 中有所謂 NORMSDIST () 的函數，其可利用「 $(1 - (1 - \text{NORMSDIST}(\alpha)) \times 2) \times 100[\%]$ 」來表現由常態分佈的平均值至 $\alpha\Sigma$ 間之兩側值的內部比例，若利用該函數，可以如下數式，表示 MHP 的周期的中位數。

$$(1 - (1 - \text{NORMSDIST}((\text{中位數} - T_0)/\Sigma)) \times 2) \times (100 - k)/2 = k[\%] \quad \dots (18)$$

根據如以上所示，若將標準偏差 Σ 設為 $0.02T_0$ ，而計算出 MHP 的 10% 因雜訊而將周期分割為 2 時之 MHP 之周期的平均值 T_0' 及中位數 T_0' ，如以下所示。

$$T_0' = (1 / (1 + 0.1)) T_0 = 0.91 T_0 \quad \dots (19)$$

$$T_0' = 0.995 T_0 \quad \dots (20)$$

其中，在此係將平均值、中位數均以 T_0' 表示。計數器值（頻率的積分值）係成為 $1.1N$ ，計數誤差成為 10%。

在此，考慮在某周期 T_a 的 MHP 被分割為 2 之後之 2 個周期 T_1 、 T_2 （設為 $T_1 \geq T_2$ ）所可取得的期間的機率。假設雜訊是隨機產生，如第 21 圖所示， T_2 係可以相同的機率取得 $0 < T_2 \leq T_a/2$ 的值。同樣地， T_1 亦可以相同的機率取得 $T/2 \leq T_1 < T_a$ 的值。第 21 圖中的 T_1 所可取得的機率分佈的面積與 T_2 所可取得的機率分佈的面積均為 1。

周期 T_a 係呈以 T_0 為中心的常態分佈，因此，若將 T_a 看作集合，則 T_2 所可取得的機率的頻率分佈係形成為與平均值為 $0.5T_0$ 、標準偏差為 0.5Σ 的常態分佈的累積頻率分佈相同的形狀。

此外，如第 22 圖所示， T_1 所可取得的機率的頻率分佈係形成為將平均值為 $0.5T_0$ 、標準偏差為 0.5Σ 的常態分佈的累積頻率分佈、與平均值為 T_0 、標準偏差為 Σ 的常態分佈的累積頻率分佈相重疊的形狀。在此， T_1 、 T_2 的各數量係與周期被分割為 2 的 MHP 的數量 $k[\%] \cdot N$ 相等。

若可對於因雜訊而使周期被分割為 2 的 MHP 的數量 k

$k [\%] \cdot N$ 進行計數，即可使用以下數式，導出 MHP 的數量 N 。

$$N = N' - k [\%] \cdot N \quad \dots (21)$$

如第 23 圖所示，若可以使具有 T_b 以下之周期的 MHP 的數量 N_s 與被分割為 2 之 MHP 的數量 $k [\%] \cdot N$ 成為相等的方式來設定 T_b ，即可藉由對於具有 T_b 以下之周期的 MHP 的數量 N_s 進行計數，而間接地對於周期被分割為 2 的 MHP 的數量 $k [\%] \cdot N$ 進行計數。

在第 23 圖中，當具有 T_b 以上之周期的 MHP 的周期 T_2 的頻率（第 23 圖的 c）與具有未達 T_b 之周期的 MHP 的周期 T_1 的頻率（第 23 圖的 d）為相同時，具有 T_b 以下之周期的 MHP 的數量係與 T_2 的數量，亦即周期被分割為 2 的 MHP 的數量 $N_s (=k [\%] \cdot N)$ 成為相等。亦即，MHP 的數量 N 係可以如下數式表示。

$$N = N' - k [\%] \cdot N = N' - N_s \quad \dots (22)$$

T_1 及 T_2 的頻率形狀係在 $0.5T_a$ 呈對稱的形狀，因此將 $0.5T_a$ 作為臨限值而進行判斷時，可正確地對周期被分割為 2 的 MHP 的頻率 $N_s (=k [\%] \cdot N)$ 進行計數。

接著，藉由對於具有 $0.5T_0$ 之下之周期的 MHP 的數量進行計數，可對周期被分割為 2 的 MHP 的數量 $k [\%]$

• N 的數量間接地進行計數，但是並無法根據包含雜訊的 MHP 的周期的頻率分佈（第 19 圖）來計算出 T_0 。若 MHP 的母群體如第 19 圖的頻率分佈所示眾數（mode）愈與 T_0 相等愈為理想而且母體參數（population parameter）愈大，即可使用眾數作為 T_0' 。

在此記載使用平均值或中位數 T_0' 所得之 MHP 的數量 $k[\%] \cdot N$ 的計數。若以 $T_0' = y \cdot T_0$ 表示，代入 T_0' 取代 T_0 以求出 N_s 時，比作為周期被分割為 2 之 MHP 的數量所進行判斷的 $0.5T_0'$ 為小的周期的頻率 N_s' 係成為 $y \cdot k[\%] \cdot N$ （第 24 圖）。

若使用平均值或中位數 T_0' ，補正後的計數值 N_t 係以下所示。

$$\begin{aligned} N_t &= N' - N_s' = (1 + k[\%])N - yk[\%]N = (1 + (1 - y)k[\%])N \\ &= N + (1 - y)k[\%]N \quad \dots (23) \end{aligned}$$

其中，作為補正後誤差的 $(1 - y)k[\%]N$ 係第 25 圖的 e 的部分的頻率。

在此，針對使用平均值或中位數 T_0' 的計數器 75-1、75-2 的計數結果的補正例進行說明。

若將標準偏差設為 $\Sigma = 0.02T_0$ ，且 MHP 的 10% 因雜訊而使周期分割為 2 時（計數結果為 10% 的誤差），由於 MHP 的周期的平均值 T_0' 為 $0.91T_0$ ，中位數 T_0' 為 $0.9949T_0$ ，因此使用平均值 T_0' 時的 y 為 0.91，使用中位

數 T_0' 的 y 為 0.9949，補正後的計數結果 N' 係如以下所示予以計算。

$$N' = (1 + 0.1(1 - 0.91))N = 1.009N \quad \cdots (24)$$

$$N' = (1 + 0.1(1 - 0.995))N = 1.0005N \quad \cdots (25)$$

數式 (24) 係表示使用平均值 T_0' 時的補正後的計數結果 N' ，數式 (25) 係表示使用中位數 T_0' 時的補正後的計數結果 N' 。使用平均值 T_0' 時的計數結果 N' 的誤差為 0.9%，使用中位數 T_0' 時的計數結果 N' 的誤差為 0.05%。

接著，若將標準偏差設為 $\Sigma = 0.05T_0$ ，且 MHP 的 20% 因雜訊而使周期分割為 2 時（計數結果為 20% 的誤差），由於 MHP 的周期的平均值 T_0' 為 $0.83T_0$ ，中位數 T_0' 為 $0.9682T_0$ ，因此使用平均值 T_0' 時的 y 為 0.83，使用中位數 T_0' 的 y 為 0.968，補正後的計數結果 N' 係如以下所示予以計算。

$$N' = (1 + 0.2(1 - 0.83))N = 1.034N \quad \cdots (26)$$

$$N' = (1 + 0.2(1 - 0.968))N = 1.0064N \quad \cdots (27)$$

數式 (26) 係表示使用平均值 T_0' 時的補正後的計數結果 N' ，數式 (27) 係表示使用中位數 T_0' 時的補正後的計數結果 N' 。使用平均值 T_0' 時的計數結果 N' 的誤差為 3.4%，使用中位數 T_0' 時的計數結果 N' 的誤差為 0.64%。

由以上可知，若使用 MHP 的周期的中位數來補正計數結果 N ，可減小補正後的計數結果 N' 的誤差。

接著說明在 MHP 波形產生缺漏時的計數結果的補正。由於 MHP 的強度較小而在計數時產生缺漏時之 MHP 的周期係由於原本的 MHP 的周期係以 T_0 為中心的常態分佈，因此成為平均值為 $2T_0$ ，標準偏差 2Σ 的常態分佈（第 26 圖中的 f）。假設缺漏 j [%] 的 MHP，因該缺漏而周期成為 2 倍的 MHP 的周期的頻率為 $N_w (=j [\%] \cdot N)$ 。此外，因計數時的缺漏而減少後之大約 T_0 之周期的頻率為第 26 圖所示的 g，第 26 圖的 h 所示的頻率減小份為 $2N_w (=2j [\%])$ 。因此，在計數時沒有發生 MHP 缺漏時之原本 MHP 的數量 N' 係可以下式表示。

$$N' = N + j [\%] \cdot N = N + N_w \quad \dots (28)$$

接著，考慮在對用以補正計數結果的 N_w 進行計數時之周期的臨限值。在此，假設為因計數時的缺漏而使周期成為 2 倍的 MHP 的周期的頻率 N_w 中因雜訊而將 p [%] 分割為 2 的情形。缺漏的 MHP 中被分割為 2 的 MHP 的周期的頻率為 $N_w' (=m \cdot p [\%] \cdot N)$ 。再次分割為 2 的 MHP 的周期的頻率分佈係如第 27 圖所示。當將視為 N_w 的周期的臨限值設為 $1.5T_0$ 時，周期為 $0.5T_0$ 以下之 MHP 的周期的頻率為 $0.5N_w' (=0.5p [\%] \cdot N_w)$ ，周期為 $0.5T_0$ 至 $1.5T_0$ 之 MHP 的周期的頻率為 $N_w' (=p [\%] \cdot$

N_w) , 周期為 $1.5T_0$ 以上之 MHP 的周期的頻率為 $0.5N_w'$ ($=0.5p\{ \%\} \cdot N_w$) 。

因此，所有 MHP 的周期的頻率分佈成為如第 28 圖所示，若將 N_s 的臨限值設為 $0.5T_0$ ，將 N_w 的臨限值設為 $1.5T_0$ ，計數結果 N 係可以下式表示。

$$N = (N' - 2N_w) + (N_w - N_w') + 2N_w' = N' - N_w + N_w' \quad \cdots (29)$$

由數式 (29) 予以補正的結果如以下所示，可知計算出計數時未發生 MHP 之缺漏之情形下之原本的 MHP 的數量 N' 。

$$\begin{aligned} & N - 0.5N_w' + (0.5N_w' + (N_w - N_w')) \\ &= (N - N_w + N_w') + (0.5N_w' + (N_w - N_w')) \\ &= N' \quad \cdots (30) \end{aligned}$$

由以上可知，若將求取頻率 N_w 時之周期的臨限值設為中位數的 1.5 倍，即可補正計數結果 N 。其中，與因雜訊而將 MHP 的周期分割為 2 的情形相同地，由於取代 T_0 而使用中位數來進行補正，因此發生同樣的誤差。

在以上說明中，係分別說明過剩計數雜訊的結果使 MHP 的周期分割為 2 的情形、及因計數時的缺漏而使 MHP 的周期成為 2 倍的情形，惟該等情形獨立發生，因此若將該等情形表現為 1 個頻率分佈，即如第 29 圖所示。

若將 N_s 的臨限值設為 $0.5T_0$ ，將 N_w 的臨限值設為 $1.5T_0$ ，計數結果 N 即可以下式表示。

$$\begin{aligned} N &= (N' - 2N_w - N_s) + (N_w - N_w') + 2N_w' + 2N_s \\ &= N' - N_w + N_w' + N_s \end{aligned} \quad \dots (31)$$

由數式 (31) 予以補正的結果如以下所示，可知計算出計數時未發生缺漏或過剩計數之情形下之原本的 MHP 的數量 N' 。

$$\begin{aligned} N &- \{0.5N_w' + N_s\} + \{0.5N_w' + (N_w - N_w')\} \\ &= \{N - N_w + N_w' + N_s\} - \{0.5N_w' + N_s\} + \{0.5N_w' + (N_w - N_w')\} \\ &= N' \end{aligned} \quad \dots (32)$$

其中，在本實施形態中，雖然針對 MHP 的缺漏的補正，說明了因 1 個缺漏而使 MHP 的周期成為原來的大約 2 倍的情形，但是在連續產生 2 個以上的缺漏的情形下亦可適用本發明。在 MHP 連續缺漏 2 個的情形下，中位數的 3 倍的周期的 MHP 被認為 3 個 MHP 變為 1 個。此時，求出為周期的中位數的大約 3 倍以上的等級的頻率，若將此頻率設為 2 倍，即可補正 MHP 的缺漏。若將如上所示的思考模式予以一般化，則可以使用下式來取代數式 (16)。

$$N' = N + N_{w1} + N_{w2} + N_{w3} + \dots - N_s \quad \dots (33)$$

N_{w1} 係為周期的中位數的 1.5 倍以上的等級的頻率總和， N_{w2} 係為周期的中位數的 2.5 倍以上的等級的頻率總和， N_{w3} 係為周期的中位數的大約 3.5 倍以上的等級的頻率總和。

(第 3 實施形態)

接著，說明本發明的第 3 實施形態。在第 2 實施形態中，係在固定長度的第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 中求取 MHP 的數量，但是第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 亦可形成為可變長度。在本實施形態中，由於距離・速度計的構成係與第 1 實施形態相同，因此使用第 1 圖的元件符號進行說明。

第 30 圖係顯示本實施形態之計數裝置 7 之構成之一例的方塊圖，第 31 圖係顯示該計數裝置 7 的動作的流程圖。本實施形態的計數裝置 7 係由切換開關 70a；周期測定部 71a-1、71a-2；判定部 73-1、73-2；計數結果補正部 76a-1、76a-2；記憶部 77；周期和計算部 78-1、78-2；及個數計算部 79-1、79-2 所構成。

第 32 圖係顯示計數結果補正部 76a-1 之構成之一例的方塊圖。計數結果補正部 76a-1 係由頻率分佈作成部 761a、中位數計算部 762a、及補正值計算部 763a 所構成。計數結果補正部 76a-2 的構成由於與計數結果補正部

76a-1 相同，故省略說明。

首先，切換開關 70a 的動作係與第 13 圖的步驟 S300、S301 相同（第 31 圖的步驟 S400、S401），判定部 73-1、73-2 的動作係與第 13 圖的步驟 S302 相同（第 31 圖的步驟 S402）。

周期測定部 71a-1 係針對該等 MHP 的每一個，測定第 15 圖（B）所示的判定部 73-1 的輸出中的一定個數 N（N 為 2 以上的自然數）個的 MHP 的周期（第 31 圖的步驟 S403）。同樣地，周期測定部 71a-2 係針對該等 MHP 的每一個，測定判定部 73-2 的輸出中的一定個數 N 個的 MHP 的周期（步驟 S403）。此時，周期測定部 71a-1、71a-2 係以時鐘訊號 CLK 的周期為 1 個單位來測定 MHP 的周期。記憶部 77 係記憶周期測定部 71a-1、71a-2 的測定結果。

在周期測定部 71a-1 測定結束之後，計數結果補正部 76a-1 的頻率分佈作成部 761a 係根據被記憶在記憶部 77 的周期測定部 71a-1 的測定結果，作成 MHP 的周期的頻率分佈（第 31 圖步驟 S404）。同樣地，在周期測定部 71a-2 測定結束之後，計數結果補正部 76a-2 的頻率分佈作成部 761a 係根據周期測定部 71a-2 的測定結果，作成 MHP 的周期的頻率分佈（步驟 S404）。

接著，計數結果補正部 76a-1 的中位數計算部 762a 係根據計數結果補正部 76a-1 的頻率分佈作成部 761a 所作出的頻率分佈，來計算 MHP 的周期的中位數 T0（第 31

圖的步驟 S405)。同樣地，計數結果補正部 76a-2 的中位數計算部 762a 係根據計數結果補正部 76a-2 的頻率分佈作成部 761a 所作成的頻率分佈，來計算 MHP 的周期的中位數 T0 (步驟 S405)。

計數結果補正部 76a-1 的補正值計算部 763a 係根據計數結果補正部 76a-1 的頻率分佈作成部 761a 所作成的頻率分佈，求出為計數結果補正部 76a-1 的中位數計算部 762a 計所計算出的周期的中位數 T0 的 0.5 倍以下的等級的頻率總和 N_s 、及為該周期的中位數 T0 的 1.5 倍以上的等級的頻率總和 N_w ，如數式 (16) 所示補正一定個數 N (第 31 圖的步驟 S406)。同樣地，計數結果補正部 76a-2 的補正值計算部 763a 係根據計數結果補正部 76a-2 的頻率分佈作成部 761a 所作成的頻率分佈，求出為計數結果補正部 76a-2 的中位數計算部 762a 所計算出的周期的中位數 T0 的 0.5 倍以下的等級的頻率總和 N_s 、及為該周期的中位數 T0 的 1.5 倍以上的等級的頻率總和 N_w ，如數式 (16) 所示補正一定個數 N (步驟 S406)。

接著，周期和計算部 78-1 係根據記憶在記憶部 77 的周期測定部 71a-1 的測定結果，計算 MHP 的周期的總和 Sum (第 31 圖步驟 S407)。同樣地，周期和計算部 78-2 係根據周期測定部 71a-2 的測定結果，計算 MHP 的周期的總和 Sum (步驟 S407)。

個數計算部 79-1 係以由周期和計算部 78-1 所計算出的 MHP 的周期的總和 Sum 來除由計數結果補正部 76a-1

的補正值計算部 763a 所計算出的補正後的計數結果 N' ，藉此計算第 1 計數期間 P_n 中每單位時間的 MHP 的數量 X （第 31 圖步驟 S408）。同樣地，個數計算部 79-2 係以由周期和計算部 78-2 所計算出的 MHP 的周期的總和 Sum 來除由計數結果補正部 76a-2 的補正值計算部 763a 所計算出的補正後的計數結果 N' ，藉此計算第 2 計數期間 P_m 中每單位時間的 MHP 的數量 Y （步驟 S408）。

計數裝置 7 係按每一第 1、第 2 計數期間 P_n 、 P_m 進行以上所示之處理。同時計算 MHP 的數量 X 和 Y 的情形係與第 1、第 2 實施形態相同，但是如前所述，在本實施形態中，第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 會成為可變長度。亦即，由周期和計算部 78-1 所計算出的 MHP 的周期的總和係相當於第 1 計數期間 P_n 的長度，由周期和計算部 78-2 所計算出的 MHP 的周期的總和係相當於第 2 計數期間 P_m 的長度。相當於第 2 實施形態的計數器 75-1、75-2 的計數結果 N 的值在本實施形態中係成為所謂一定個數 N 的固定值。

其他構成係與第 2 實施形態相同。在第 2 實施形態中，由於第 1 計數期間 P_n 和第 2 計數期間 P_m 為固定長度，因此會有由周期和計算部 78-1 所計算出的 MHP 的周期的總和與第 1 計數期間 P_n 的長度不相一致的情形，同樣地會有由周期和計算部 78-2 所計算出的 MHP 的周期的總和與第 2 計數期間 P_m 的長度不相一致的情形。因此，在第 2 實施形態中，存在有在由計數裝置 7 所求出的 MHP 的數

量 n 、 m 中產生測定誤差，在距離及速度中產生測定誤差的可能性。

相對於此，在本實施形態中，由於使由周期和計算部 78-1、78-2 所計算出的 MHP 的周期的總和與第 1 計數期間 P_n 、第 2 計數期間 P_m 的長度相等，因此可減低 MHP 的數量 n 、 m 的測定誤差。因此，藉由本實施形態，不僅可獲得與第 2 實施形態相同的效果，亦可更進一步提高距離及速度的測定精度。

（第 4 實施形態）

接著說明本發明的第 4 實施形態。在第 1 至第 3 實施形態中，狀態判定部 82 係在數式（2）和數式（3）的計算結果為相等時，判定出測定對象 11 處於微小位移狀態，在數式（4）和數式（5）的計算結果為相等時，判定出測定對象 11 處於位移狀態。但是，因雜訊等的影響，在數式（2）和數式（3）的計算結果為相等、且數式（4）和數式（5）的計算結果不相等的情形下，並無法判定測定對象 11 的狀態，在數式（2）和數式（3）的計算結果不相一致、且數式（4）和數式（5）的計算結果不相一致的情形下，亦無法判定測定對象 11 的狀態。在本實施形態中，即便在狀態判定部 82 無法判定測定對象 11 的狀態的情形下，亦實現計算與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。

在本實施形態中，距離・速度計的構成係與第 1 實施

形態相同，因此使用第 1 圖的元件符號進行說明。第 33 圖係顯示本實施形態之運算裝置 8 之構成之一例的方塊圖，第 34 圖係顯示該運算裝置 8 的動作的流程圖。本實施形態的運算裝置 8 係由：記憶部 80；距離・速度計算部 81；根據距離・速度計算部 81 和後述的履歷位移計算部的計算結果來判定測定對象 11 的狀態的狀態判定部 82a；根據狀態判定部 82a 的判定結果來確定測定對象 11 的速度的速度確定部 83a；根據狀態判定部 82a 的判定結果來確定與測定對象 11 的距離的距離確定部 84a；以及計算為由距離・速度計算部 81 所計算出的距離的候補值和在瞬前所計算出的距離的候補值之差的履歷位移的履歷位移計算部 85 所構成。速度確定部 83a 和距離確定部 84a 係構成距離・速度確定手段。

首先，運算裝置 8 的記憶部 80 的動作係與第 8 圖的步驟 S201 相同（第 34 圖步驟 S501），距離・速度計算部 81 的動作係與第 8 圖的步驟 S202 相同（第 34 圖步驟 S502）。

運算裝置 8 的履歷位移計算部 85 係按照下式進行計算：時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 2 候補值 $L\alpha 2(t-1, t)$ 和時刻 $t-2$ 至 $t-1$ 中之距離的第 1 候補值 $L\alpha 1(t-2, t-1)$ 之差即履歷位移 $Vcal\alpha 1(t-2, t)$ ；時刻 t 至 $t+1$ 中之距離的第 1 候補值 $L\alpha 1(t, t+1)$ 和時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 2 候補值 $L\alpha 2(t-1, t)$ 之差即履歷位移 $Vcal\alpha 2(t-1, t+1)$ ；時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 1 候補值 $L\alpha 1(t-1, t)$ 和

時刻 $t-2$ 至 $t-1$ 中之距離的第 2 候補值 $L\alpha 2(t-2, t-1)$ 之差即履歷位移 $Vcal\alpha 3(t-2, t)$ ；時刻 t 至 $t+1$ 中之距離的第 2 候補值 $L\alpha 2(t, t+1)$ 和時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 1 候補值 $L\alpha 1(t-1, t)$ 之差即履歷位移 $Vcal\alpha 4(t-1, t+1)$ ；時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 4 候補值 $L\beta 4(t-1, t)$ 和時刻 $t-2$ 至 $t-1$ 中之距離的第 3 候補值 $L\beta 3(t-2, t-1)$ 之差即履歷位移 $Vcal\beta 1(t-2, t)$ ；時刻 t 至 $t+1$ 中之距離的第 3 候補值 $L\beta 3(t, t+1)$ 和時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 4 候補值 $L\beta 4(t-1, t)$ 之差即履歷位移 $Vcal\beta 2(t-1, t+1)$ ；時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 3 候補值 $L\beta 3(t-1, t)$ 和時刻 $t-2$ 至 $t-1$ 中之距離的第 4 候補值 $L\beta 4(t-2, t-1)$ 之差即履歷位移 $Vcal\beta 3(t-2, t)$ ；時刻 t 至 $t+1$ 中之距離的第 4 候補值 $L\beta 4(t, t+1)$ 和時刻 $t-1$ 至 t 中之距離的第 3 候補值 $L\beta 3(t-1, t)$ 之差即履歷位移 $Vcal\beta 4(t-1, t+1)$ ，並儲放在記憶部 80（第 34 圖的步驟 S503）。

$$\begin{aligned} Vcal\alpha 1(t-2, t) \\ = L\alpha 2(t-1, t) - L\alpha 1(t-2, t-1) \quad \cdots (34) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vcal\alpha 2(t-1, t+1) \\ = L\alpha 1(t, t+1) - L\alpha 2(t-1, t) \quad \cdots (35) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vcal\alpha 3(t-2, t) \\ = L\alpha 1(t-1, t) - L\alpha 2(t-2, t-1) \quad \cdots (36) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vcal\alpha 4(t-1, t+1) \\ = L\alpha 2(t, t+1) - L\alpha 1(t-1, t) \quad \cdots (37) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Vcal\beta 1 (t-2, t) \\ & = L\beta 4 (t-1, t) - L\beta 3 (t-2, t-1) \quad \dots (38) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Vcal\beta 2 (t-1, t+1) \\ & = L\beta 3 (t, t+1) - L\beta 4 (t-1, t) \quad \dots (39) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Vcal\beta 3 (t-2, t) \\ & = L\beta 3 (t-1, t) - L\beta 4 (t-2, t-1) \quad \dots (40) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Vcal\beta 4 (t-1, t+1) \\ & = L\beta 4 (t, t+1) - L\beta 3 (t-1, t) \quad \dots (41) \end{aligned}$$

履歷位移 $Vcal\alpha 1 (t-2, t)$ 、 $Vcal\alpha 2 (t-1, t+1)$ 、 $Vcal\alpha 3 (t-2, t)$ 、 $Vcal\alpha 4 (t-1, t+1)$ 係假設測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的值，履歷位移 $Vcal\beta 1 (t-2, t)$ 、 $Vcal\beta 2 (t-1, t+1)$ 、 $Vcal\beta 3 (t-2, t)$ 、 $Vcal\beta 4 (t-1, t+1)$ 係假設測定對象 11 處於位移狀態而計算出的值。

履歷位移計算部 85 係在每次藉由計數裝置 7 來計算 MHP 的數量的時刻，即進行數式 (34) 至數式 (41) 的計算。其中，在數式 (34) 至數式 (41) 中，將測定對象 11 接近距離・速度計的方向定為正的速度，將遠離該距離・速度計的方向定為負的速度。

接著，運算裝置 8 的狀態判定部 82a 係使用記憶在記憶部 80 中的數式 (2) 至數式 (5) 的計算結果和數式 (34) 至數式 (41) 的計算結果，來判定測定對象 11 的狀態 (第 34 圖的步驟 S504)。第 35 圖係顯示此狀態判定

部 82a 的動作的流程圖。

首先，狀態判定部 82a 係與第 1 實施形態的狀態判定部 82 相同，使用數式 (2) 至數式 (5) 的計算結果來判定測定對象 11 的狀態 (第 35 圖的步驟 S601)。

在此，狀態判定部 82a 係在數式 (2) 和數式 (3) 的計算結果為相等時，判定出測定對象 11 處於微小位移狀態，在數式 (4) 和數式 (5) 的計算結果為相等時，判定出測定對象 11 處於位移狀態，且判斷出狀態判定已結束 (在步驟 S602 中判定 YES) 而結束步驟 S504 的處理。另一方面，狀態判定部 82a 係在數式 (2) 和數式 (3) 的計算結果為相等、且數式 (4) 和數式 (5) 的計算結果亦為相等時，或在數式 (2) 和數式 (3) 的計算結果不相一致、且數式 (4) 和數式 (5) 的計算結果亦不相一致時，由於無法進行狀態判定，因此進至步驟 S603。

在步驟 S603 中，狀態判定部 82a 係使用數式 (2) 至數式 (5) 的計算結果和數式 (34) 至數式 (41) 的計算結果來判定測定對象 11 的狀態。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以微小位移狀態移動 (等速運動) 的情形下，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\alpha}$ 的符號為一定，並且假設測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的速度候補值 V_{α} 和履歷位移 $V_{cal\alpha}$ 的絕對值的平均值會變為相等。此外，在測定對象 11 以微小位移狀態等速運動的情形下，假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的履歷位移

$V_{cal\beta}$ 的符號係在每次計算 MHP 的數量的時刻即進行反轉。

因此，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的數式 (34) 的履歷位移 $V_{cal\alpha 1}(t-2, t)$ 和數式 (35) 的履歷位移 $V_{cal\alpha 2}(t-1, t+1)$ 的符號相一致，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\alpha 1}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\alpha 2}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值為相等的情形下，判定測定對象 11 以微小位移狀態等速運動。

或者，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的數式 (36) 的履歷位移 $V_{cal\alpha 3}(t-2, t)$ 和數式 (37) 的履歷位移 $V_{cal\alpha 4}(t-1, t+1)$ 的符號相一致，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\alpha 3}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\alpha 4}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值為相等的情形下，判定測定對象 11 以微小位移狀態等速運動。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以位移狀態移動（等速運動）的情形下，假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\beta}$ 的符號為一定，並且假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的速度候補值 V_{β} 和履歷位移 $V_{cal\beta}$ 的絕對值的平均值會變為相等。此外，在測定對象 11 以位移狀態等速運動的情形下，假定測定對象 11

為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\alpha}$ 的符號係在每次計算 MHP 的數量的時刻即進行反轉。

因此，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的數式 (38) 的履歷位移 $V_{cal\beta 1}(t-2, t)$ 和數式 (39) 的履歷位移 $V_{cal\beta 2}(t-1, t+1)$ 的符號相一致，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\beta 1}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\beta 2}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值為相等的情形下，判定為測定對象 11 以位移狀態等速運動。

或者，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的數式 (40) 的履歷位移 $V_{cal\beta 3}(t-2, t)$ 和數式 (41) 的履歷位移 $V_{cal\beta 4}(t-1, t+1)$ 的符號相一致，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\beta 3}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\beta 4}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值為相等的情形下，判定測定對象 11 以位移狀態等速運動。

如專利文獻 1 之記載所示，在測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動的情形下，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的速度候補值 V_{α} 與假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\alpha}$ 的絕對值的平均值並不相一致。同樣地，假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的速度候補值 V_{β} 與假定測定對象 11 為

位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\beta}$ 的絕對值的平均值亦不相一致。

此外，在測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動的情形下，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\alpha}$ 的符號係在每次計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，在假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的履歷位移 $V_{cal\beta}$ 中即便有符號變動，該變動亦非在每次計算 MHP 的數量的時刻產生。

因此，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的數式 (34) 的履歷位移 $V_{cal\alpha1}(t-2, t)$ 和數式 (35) 的履歷位移 $V_{cal\alpha2}(t-1, t+1)$ 的符號不相一致，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha2}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\alpha1}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\alpha2}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

或者，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的數式 (36) 的履歷位移 $V_{cal\alpha3}(t-2, t)$ 和數式 (37) 的履歷位移 $V_{cal\alpha4}(t-1, t+1)$ 的符號不相一致，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha1}(t, t+1)$ 和 $V_{\alpha2}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{cal\alpha3}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{cal\alpha4}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下

，判定測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

其中，如果著眼於速度候補值 $V\beta$ ，則 $V\beta_3(t, t+1)$ 的絕對值和 $V\beta_4(t, t+1)$ 的絕對值為常數，該絕對值等於在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的距離候補值 $L\alpha_1(t, t+1)$ 和 $L\alpha_2(t, t+1)$ 的平均值乘以半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值。因此，狀態判定部 82a 亦可在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V\beta_3(t, t+1)$ 的絕對值和 $V\beta_4(t, t+1)$ 的絕對值等於在距離候補值 $L\alpha_1(t, t+1)$ 和 $L\alpha_2(t, t+1)$ 的平均值乘以波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V\alpha_1(t, t+1)$ 和 $V\alpha_2(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $Vcal\alpha_1(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $Vcal\alpha_2(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

此外，狀態判定部 82a 亦可在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V\beta_3(t, t+1)$ 的絕對值和 $V\beta_4(t, t+1)$ 的絕對值等於在距離候補值 $L\alpha_1(t, t+1)$ 和 $L\alpha_2(t, t+1)$ 的平均值乘以波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值，並且假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V\alpha_1(t, t+1)$ 和 $V\alpha_2(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $Vcal\alpha_3(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $Vcal\alpha_4(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定

測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動以外的運動。

如專利文獻 1 之記載所示，測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動的情形下，假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V\alpha$ 和假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $Vcal\alpha$ 的絕對值的平均值不相一致，假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的速度候補值 $V\beta$ 和假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的履歷位移 $Vcal\beta$ 的絕對值的平均值亦不相一致。此外，在測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動的情形下，假定測定對象 11 為位移狀態而計算出的履歷位移 $Vcal\beta$ 的符號係在每次計算 MHP 的數量的時刻進行反轉，在假定測定對象 11 為微小位移狀態而計算出的履歷位移 $Vcal\alpha$ 中即便有符號變動，該變動亦非在每次計算 MHP 的數量的時刻產生。

因此，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的數式 (38) 的履歷位移 $Vcal\beta1(t-2, t)$ 和數式 (39) 的履歷位移 $Vcal\beta2(t-1, t+1)$ 的符號不相一致，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V\beta3(t, t+1)$ 和 $V\beta4(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $Vcal\beta1(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $Vcal\beta2(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

或者，狀態判定部 82a 係在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的數式 (40) 的履歷位移 $Vcal\beta3(t-2, t$

）和數式（41）的履歷位移 $V_{\alpha 1\beta 4}(t-1, t+1)$ 的符號不相一致，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{\alpha 1\beta 3}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{\alpha 1\beta 4}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

其中，如果著眼於速度候補值 V_{α} 時，則 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 的絕對值和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的絕對值為常數，該絕對值等於在假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的距離候補值 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值乘以半導體雷射 1-1、1-2 的波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值。因此，狀態判定部 82a 亦可在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 的絕對值和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的絕對值等於在距離候補值 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值乘以波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a) / \lambda_b$ 的值，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $V_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值、與履歷位移 $V_{\alpha 1\beta 1}(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $V_{\alpha 1\beta 2}(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

或者，狀態判定部 82a 亦可在假定測定對象 11 處於微小位移狀態而計算出的速度候補值 $V_{\alpha 1}(t, t+1)$ 的絕對值和 $V_{\alpha 2}(t, t+1)$ 的絕對值等於在距離候補值 $L_{\beta 3}(t, t+1)$ 和 $L_{\beta 4}(t, t+1)$ 的平均值乘以波長變化率 $(\lambda_b - \lambda_a)$

$/\lambda b$ 的值，並且假定測定對象 11 處於位移狀態而計算出的速度候補值 $V\beta 3(t, t+1)$ 和 $V\beta 4(t, t+1)$ 的平均值，與履歷位移 $Vcal\beta 3(t-2, t)$ 的絕對值和履歷位移 $Vcal\beta 4(t-1, t+1)$ 的絕對值的平均值不相一致的情形下，判定測定對象 11 以位移狀態進行等速運動以外的運動。

經過以上處理，結束步驟 S603 的處理。將狀態判定部 82a 的步驟 S603 的判定動作顯示於第 36 圖。

接著，運算裝置 8 的速度確定部 83a 係根據狀態判定部 82a 的判定結果，確定測定對象 11 的速度的絕對值（第 34 圖的步驟 S505）。亦即，速度確定部 83a 係在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度候補值 $V\alpha 1(t, t+1)$ 和 $V\alpha 2(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S505）。

此外，速度確定部 83a 係在判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度候補值 $V\beta 3(t, t+1)$ 和 $V\beta 4(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S505）。

其中，速度確定部 83a 亦可在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的速度候補值 $V\alpha 5(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S505）。此外，速度確定部 83a 亦可在判定出測定對象 11 以位移

狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，計算出記憶在記憶部 80 的速度的候補值 $V\beta 6(t)$ 作為時刻 $t-1$ 至 t 中的測定對象 11 的速度的絕對值（步驟 S505）。

接著，速度確定部 83a 與第 8 圖的步驟 S205 相同地計算數式（14）、數式（15），確定測定對象 11 的速度的方向（第 34 圖的步驟 S506）。其中，速度確定部 83a 係在步驟 S505 中使用數式（6）或數式（7）的計算結果取代使用數式（2）至數式（5）的計算結果來確定速度的絕對值的情形下，比較 MHP 的數 $X(t)$ 和 $Y(t)$ 的大小，在 $X(t)$ 比 $Y(t)$ 大的情形下，判定為接近測定對象 11，在 $Y(t)$ 比 $X(t)$ 大的情形下判定為遠離測定對象 11（步驟 S506）。

接著，距離確定部 84a 係根據狀態判定部 82a 的判定結果，確定與測定對象 11 的距離（第 34 圖的步驟 S507）。亦即，距離確定部 84a 係當判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離候補值 $L\alpha 1(t, t+1)$ 和 $L\alpha 2(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S507）。

此外，距離確定部 84a 係當判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離候補值 $L\beta 3(t, t+1)$ 和 $L\beta 4(t, t+1)$ 的平均值為時刻 $t-1$ 至 $t+1$ 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S507）。

其中，距離確定部 84a 亦可在判定出測定對象 11 以微小位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離候補值 $L\alpha 5(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S507）。此外，距離確定部 84a 亦可在判定出測定對象 11 以位移狀態進行等速運動或等速運動以外的運動的情形下，確定記憶在記憶部 80 的距離候補值 $L\beta 6(t)$ 為時刻 $t-1$ 至 t 中之與測定對象 11 的平均距離（步驟 S507）。

運算裝置 8 係在每次藉由計數裝置 7 計算出 MHP 的數量的時刻，即進行如以上所示之步驟 S501 至 S507 的處理直到例如有自用戶指示測量結束為止（在第 34 圖步驟 S508 中為 YES）。運算裝置 8 以外的構成係與第 1 實施形態相同。

在本實施形態中，即便因雜訊等影響而在第 1 實施形態中無法判定測定對象 11 的狀態的情形下，亦可判定測定對象 11 的狀態，而計算與測定對象 11 的距離及測定對象 11 的速度。

（第 5 實施形態）

接著，說明本發明的第 5 實施形態。在測定對象 11 進行等速運動以外的運動時，由於測定對象 11 的加速度的符號變化時，不在運動狀態之相應區域之數式的符號即會進行反轉，因此會產生誤判。因此，在第 4 實施形態中，運算裝置 8 的狀態判定部 82a 亦可在數式（35）的履歷

位移 $V_{\alpha 2}(t-1, t+1)$ 和數式 (37) 的履歷位移 $V_{\alpha 4}(t-1, t+1)$ 的符號相一致的情形下，判定測定對象 11 正在等速運動，在數式 (39) 的履歷位移 $V_{\beta 2}(t-1, t+1)$ 和數式 (41) 的履歷位移 $V_{\beta 4}(t-1, t+1)$ 的符號相一致的情形下，判定測定對象 11 正在進行等速運動之外的運動。

(第 6 實施形態)

在第 1 至第 5 實施形態中，係針對將本發明應用於自耦合型的干涉計的情形加以說明，但是亦可將本發明應用於自耦合型以外的干涉計。第 37 圖係顯示本發明第 6 實施形態的距離・速度計之構成的方塊圖，對與第 1 圖相同的構成係標註相同的元件符號。在第 37 圖中，12-1、12-2 係表示將入射光及反射光進行分離的分束鏡 (beam splitter)。

半導體雷射 1-1、1-2 的雷射光彼此平行地射出且射入測定對象 11 係與第 1 實施形態相同。已通過分束鏡 12-1、12-2 和透鏡 3-1、3-2 的雷射光係射入測定對象 11。接著，在本實施形態中，由測定對象 11 予以反射的半導體雷射 1-1、1-2 的光係分別藉由分束鏡 12-1、12-2，與射入測定對象 11 的入射光予以分離，並導至光電二極體 2-1、2-2。

由於光電二極體 2-1、2-2 以後的構成係與第 1 至第 6 實施形態相同，故省略說明。如此一來，即使在自耦合型

以外的干涉計中，亦可獲得與第 1 至第 6 實施形態相同的效果。

第 1 至第 6 實施形態的計數裝置 7 和運算裝置 8 係可藉由例如具有 CPU、記憶裝置及介面的電腦與控制該等硬體資源的程式來實現。用於使如上所示之電腦動作的程式係在被記錄於軟性磁碟、CD-ROM、DVD-ROM、記憶卡等記錄媒體的狀態下予以提供。CPU 係將所讀入的程式寫入記憶裝置，且按照該程式，執行在第 1 至第 6 實施形態中所說明的處理。

其中，在第 1 至第 6 實施形態中，在測定對象 11 具有非常小的位移的振動時（例如最大速度 2nm），實際的距離的變化（振幅）為數 nm，但由於距離計算的解析度低於位移解析度，故誤差變大。因此，當測定對象處於具有微小位移的運動狀態時，取代計算結果，而將對位移（速度）進行積分後的值作為距離的變化較能提高精度。

此外，在第 1 至第 6 實施形態中係針對半導體雷射 1-1 與 1-2 的最小振盪波長 λ_a 為相同，並且半導體雷射 1-1 與 1-2 的最大振盪波長 λ_b 為相同的情形進行說明，但是並不限於此，也可如第 38 圖所示，在半導體雷射 1-1 與 1-2 之間，最小振盪波長 λ_a 及最大振盪波長 λ_b 為不同。在第 38 圖中， λ_{a1} 、 λ_{b1} 表示半導體雷射 1-1 的最小振盪波長、最大振盪波長， λ_{a2} 、 λ_{b2} 表示半導體雷射 1-2 的最小振盪波長、最大振盪波長。此時， $\lambda_{a1} \times \lambda_{b1} / \{ 4 \times (\lambda_{b1} - \lambda_{a1}) \}$ 與 $\lambda_{a2} \times \lambda_{b2} / \{ 4 \times (\lambda_{b2} - \lambda_{a2}) \}$ 恒為相同的固定值

即可。此時，式（2）至式（13）中的 λ_a 、 λ_b ，可採用 λ_{a1} 、 λ_{b1} ，亦可採用 λ_{a2} 、 λ_{b2} 。

此外，在第 1 至第 6 實施形態中係使半導體雷射 1-1、1-2 呈三角波狀振盪，但是並不限於此，亦可如第 39 圖所示，使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸波狀振盪。亦即，在本發明中，若以至少第 1 振盪期間 P1 反覆存在的方式使半導體雷射 1-1 動作，且以振盪波長的增減與半導體雷射 1-1 成相反的方式使半導體雷射 1-2 動作即可。可以與第 38 圖的情形相同，為 $\lambda_{a1} \neq \lambda_{a2}$ 、 $\lambda_{b1} \neq \lambda_{b2}$ ，亦可與第 2 圖的情形相同，為 $\lambda_{a1} = \lambda_{a2}$ 、 $\lambda_{b1} = \lambda_{b2}$ 。

第 1 振盪期間 P1 的動作與三角波振盪的情形相同。其中，在使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸波狀振盪的情形下，計數裝置 7 的切換開關 70、70a 的輸出必須固定。亦即，切換開關 70、70a 係將濾波器電路 6-1 的輸出恒為與周期測定部 71-1、判定部 73-1 的輸入相連接，將濾波器電路 6-2 的輸出恒為與周期測定部 71-2、判定部 73-2 的輸入相連接。

其中，在使半導體雷射 1-1、1-2 呈三角波狀振盪的情形下，可與測定對象 11 的狀態無關地進行振幅調整裝置 10 的振幅調整，但是在使半導體雷射 1-1、1-2 呈鋸齒狀振盪的情形下，係僅在測定對象 11 為靜止狀態時可進行振幅調整。

（產業上利用可能性）

本發明係可適用於測量與測定對象的距離及測定對象的速度的技術。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係顯示本發明第 1 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 2 圖係顯示本發明第 1 實施形態中的半導體雷射的振盪波長的時間變化的一例圖。

第 3 圖係以模式顯示本發明第 1 實施形態的電流-電壓轉換放大器的輸出電壓波形及濾波器電路的輸出電壓波形的圖。

第 4 圖係顯示本發明第 1 實施形態的計數裝置的構成的一例的方塊圖。

第 5 圖係顯示第 4 圖的計數裝置的動作的流程圖。

第 6 圖係顯示第 4 圖的計數裝置的計數期間的圖。

第 7 圖係顯示本發明第 1 實施形態中的運算裝置的構成的一例的方塊圖。

第 8 圖係顯示第 7 圖的運算裝置的動作的流程圖。

第 9 圖係用以說明隨著半導體雷射的波長變化的切換，模式跳躍脈衝的數量的變化圖。

第 10 圖係用以說明本發明第 1 實施形態中，由雷射驅動器供給至半導體雷射的三角波驅動電流的振幅的調整方法的圖。

第 11 圖係用以說明在半導體雷射的波長變化進行切

換的時序的前後，使速度或距離的計算結果具有連續性的方法的圖。

第 12 圖係顯示本發明第 2 實施形態的計數裝置的構成的一例的方塊圖。

第 13 圖係顯示第 12 圖的計數裝置的動作的流程圖。

第 14 圖係顯示第 12 圖的計數裝置中的計數結果補正部的構成的一例的方塊圖。

第 15 圖係用以說明第 12 圖的計數裝置的動作的圖。

第 16 圖係顯示模式跳躍脈衝的周期的頻率分佈的一例圖。

第 17 圖係用以說明本發明第 2 實施形態中的計數器的計數結果的補正原理圖。

第 18 圖係顯示模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 19 圖係顯示包含雜訊的模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 20 圖係顯示包含雜訊的模式跳躍脈衝之周期之中位數的圖。

第 21 圖係顯示周期經分割為 2 之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 22 圖係顯示周期經分割為 2 之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 23 圖係顯示周期經分割為 2 之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 24 圖係顯示周期經分割為 2 之模式跳躍脈衝之周

期的頻率分佈圖。

第 25 圖係顯示計數器值補正後的誤差的圖。

第 26 圖係顯示形成爲 2 倍之周期的模式跳躍脈衝的周期的頻率分佈圖。

第 27 圖係顯示在計數時所缺漏的模式跳躍脈衝中經分割爲 2 之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 28 圖係顯示在計數時所缺漏的模式跳躍脈衝中經分割爲 2 之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 29 圖係顯示在計數時同時發生缺漏與過剩計數時之模式跳躍脈衝之周期的頻率分佈圖。

第 30 圖係顯示本發明第 3 實施形態的計數裝置的構成的一例的方塊圖。

第 31 圖係顯示第 30 圖的計數裝置的動作的流程圖。

第 32 圖係顯示第 30 圖的計數裝置中的計數結果補正部的構成的一例的方塊圖。

第 33 圖係顯示本發明第 4 實施形態中的運算裝置的構成的一例的方塊圖。

第 34 圖係顯示第 33 圖的運算裝置的動作的流程圖。

第 35 圖係顯示第 33 圖的運算裝置中的狀態判定部的動作的流程圖。

第 36 圖係顯示第 33 圖的運算裝置中的狀態判定部的判定動作圖。

第 37 圖係顯示本發明第 6 實施形態的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 38 圖係顯示本發明第 1 至第 6 實施形態中的半導體雷射的振盪波長的時間變化的另一例圖。

第 39 圖係顯示本發明第 1 至第 6 實施形態中的半導體雷射的振盪波長的時間變化的另一例圖。

第 40 圖係顯示習知之雷射測量器中之半導體雷射之複合共振模型圖。

第 41 圖係顯示半導體雷射的振盪波長與內建光電二極體的輸出波形的關係圖。

第 42 圖係顯示習知的距離・速度計的構成的方塊圖。

第 43 圖係顯示第 42 圖的距離・速度計中的半導體雷射的振盪波長的時間變化的一例圖。

【主要元件符號說明】

1-1、1-2：半導體雷射

2-1、2-2：光電二極體

3-1、3-2：透鏡

4-1、4-2：雷射驅動器

5-1、5-2：電流-電壓轉換放大器

6-1、6-2：濾波器電路

7：計數裝置

8：運算裝置

9：顯示裝置

10：振幅調整裝置

- 11：測定對象
- 70、70a：切換開關
- 71-1、71-2、71a-1、71a-2：周期測定部
- 72-1、72-2：轉換部
- 73-1、73-2：判定部
- 74-1、74-2：邏輯與運算部（AND）
- 75-1、75-2：計數器
- 76-1、76-2、76a-1、76a-2：計數結果補正部
- 77：記憶部
- 78-1、78-2：周期和計算部
- 79-1、79-2：個數計算部
- 80：記憶部
- 81：距離・速度計算部
- 82、82a：狀態判定部
- 83、83a：速度確定部
- 84、84a：距離確定部
- 85：履歷位移計算部
- 101：半導體雷射
- 102：半導體結晶的壁開面
- 103：光電二極體
- 104：測定對象
- 201：半導體雷射
- 202：光電二極體
- 203：透鏡

204：雷射驅動器

205：電流-電壓轉換放大器

206：訊號抽出電路

207：計數電路

208：運算裝置

209：顯示裝置

210：測定對象

760：周期測定部

761：頻率分佈作成部

762：中位數計算部

763：補正值計算部

761a：頻率分佈作成部

762a：中位數計算部

763a：補正值計算部

GS：閘極訊號

LD1：半導體雷射 1-1 的振盪波形

LD2：半導體雷射 1-2 的振盪波形

P1：第 1 振盪期間

P2：第 2 振盪期間

T：三角波的周期

λ_a ：各期間的振盪波長的最小值

λ_b ：各期間的振盪波長的最大值

Pn1、Pn2、Pn3、Pn4、Pn5、Pn6、Pn7、Pn8：第 1

計數期間

P_{m1} 、 P_{m2} 、 P_{m3} 、 P_{m4} 、 P_{m5} 、 P_{m6} 、 P_{m7} 、 P_{m8} ：第
2 計數期間

t_{0a} 、 t_1 、 t_2 、 t_{0b} 、 t_3 、 t_4 、 t_{0c} 、 t_5 、 t_6 、 t_{0d} 、 t_7 、 t_8
：第 1 計數期間 P_n 與第 2 計數期間 P_m 的開始或結束的時
刻

五、中文發明摘要

發明之名稱：距離・速度計及距離・速度測量方法

本發明之課題在縮短測定時間。

本發明之距離・速度計係具有：以振盪波長增加的第 1 振盪期間與振盪波長減少的第 2 振盪期間交替存在的方式使半導體雷射 1-1 進行動作的雷射驅動器 4-1；以與雷射 1-1 逆相位進行振盪的方式使半導體雷射 1-2 進行動作的雷射驅動器 4-2；將雷射 1-1、1-2 的光輸出轉換成電訊號的光電二極體 2-1、2-2；針對光電二極體 2-1、2-2 的各個，對光電二極體 2-1、2-2 的輸出所包含的干涉波數的數量進行計數的計數手段 5-1、5-2、6-1、6-2、7；以及根據雷射 1-1、1-2 的最小振盪波長及最大振盪波長與計數結果，計算與測定對象的距離及測定對象的速度的運算裝置 8。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

十、申請專利範圍

1. 一種距離・速度計，其特徵為具有：

第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；

第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；

第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；

第 1 受光器，將前述第 1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；

第 2 受光器，將前述第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號；

計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

2. 一種距離・速度計，其特徵為具有：

第 1 半導體雷射，對測定對象放射第 1 雷射光；

第 2 半導體雷射，以與前述第 1 雷射光平行的方式對前述測定對象放射第 2 雷射光；

第 1 雷射驅動器，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使前述第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 雷射驅動器，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使前述第 2 半導體雷射進行動作；

第 1 受光器，將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；

第 2 受光器，將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號；

計數手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含之藉由前述第 1、第 2 雷射光及其返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之距離・速度計，其中，前述計數手段係由在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，同時在與前述第 1 計數期間相同時刻

的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量的手段所構成，

前述運算手段係包括：距離・速度計算手段，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長與最大振盪波長與前述計數手段的計數結果，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值；狀態判定手段，根據由該距離・速度計算手段所計算出的速度的候補值，判定前述測定對象的狀態；以及距離・速度確定手段，根據該狀態判定手段的判定結果，確定與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

4. 如申請專利範圍第 3 項之距離・速度計，其中，前述距離・速度計算手段係針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 1 候補值和距離的第 1 候補值，並且根據與已計算出該等第 1 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數結果和與已計算出前述第 1 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 2 候補值和距離的第 2 候補值，針對假定前述測定對象處於變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 3 候補值和距離的第 3 候補值，並且根據與已計算出該等第 3 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數

結果和與已計算出前述第 3 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 4 候補值和距離的第 4 候補值，

前述狀態判定手段係在前述速度的第 1 候補值與第 2 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於微小位移狀態，在前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於位移狀態。

5. 如申請專利範圍第 4 項之距離・速度計，其中，前述距離・速度確定手段係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值和第 2 候補值的任一者設為與前述測定對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為與前述測定對象的距離。

6. 如申請專利範圍第 4 項之距離・速度計，其中，前述距離・速度確定手段係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值與第 2 候補值的平均值設為與前述測定對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值與第 4 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值與第 4 候補值的平

均值設為與前述測定對象的距離。

7. 如申請專利範圍第 4 項之距離・速度計，其中，前述距離・速度確定手段係進行比較 ΣX 與 ΣY ，其中該 ΣX 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 1 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 1 計數期間的計數結果之和，該 ΣY 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 2 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 2 計數期間的計數結果之和，在前述 ΣX 比前述 ΣY 大的情形下，係判定前述測定對象正接近，在前述 ΣY 比前述 ΣX 大的情形下，則係判定前述測定對象正遠離。

8. 如申請專利範圍第 4 項之距離・速度計，其中，前述運算手段係另外具備有履歷位移計算手段，其針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形和假定前述測定對象處於位移狀態的情形的各情形，計算出為由前述距離・速度計算手段所計算出的距離的候補值和前次所計算出的距離的候補值之差的履歷位移，

前述狀態判定手段係在根據前述速度的候補值無法判定前述測定對象的狀態的情形下，根據前述履歷位移計算手段的計算結果，判定前述測定對象的狀態。

9. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之距離・速度計，其中，前述計數手段係包括：

計數器，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的前述干涉波形的數量進行計數；

周期測定手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定對前述干涉波形的數量進行計數的計數期間中的前述干涉波形的周期；

頻率分佈作成手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定手段的測定結果，作成前述計數期間中的干涉波形的周期的頻率分佈；

中位數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；

補正值計算手段，根據前述頻率分佈，求出為前述中位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和為前述中位數的第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述計數器的計數結果；

周期和計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定手段的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；以及

個數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算手段所補正的計數結果和由前述周期和計算手段所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

10. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之距離・速度計，其中，前述計數手段係包括：

周期測定手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的一定個數的前述干涉波形的周期；

頻率分佈作成手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定手段的測定結果，作成前述干涉波形的周期的頻率分佈；

中位數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；

補正值計算手段，根據前述頻率分佈，求出為前述中位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和為前述中位數之第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述一定個數；

周期和計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定手段的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；以及

個數計算手段，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算手段所補正的干涉波形的數量和由前述周期和計算手段所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

11. 如申請專利範圍第 9 項或第 10 項之距離・速度計，其中，前述補正值計算手段係當將前述計數器的計數

結果或前述一定個數設為 N 時，藉由 $N' = N + N_w - N_s$ ，求出補正後的值 N' 。

12. 如申請專利範圍第 11 項之距離・速度計，其中，前述第 1 預定數為 0.5，前述第 2 預定數為 1.5。

13. 如申請專利範圍第 10 項之距離・速度計，其中，前述周期測定手段係在比前述振盪期間短的第 1 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的周期，同時在與前述第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的周期。

14. 如申請專利範圍第 5 項或第 6 項之距離・速度計，其中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷非為真值而未採用的速度的候補值，與前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的距離的候補值乘以前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

15. 如申請專利範圍第 5 項或第 6 項之距離・速度計，其中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對

象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的速度的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

16. 如申請專利範圍第 5 項或第 6 項之距離・速度計，其中，另外具有振幅調整手段，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的距離的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的距離的候補值中，根據前述狀態判定手段的判定結果，前述距離・速度確定手段判斷為真值而採用的距離的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由前述第 1、第 2 雷射驅動器被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

17. 一種距離・速度測量方法，係使用半導體雷射，對測定對象放射雷射光的距離・速度測量方法，其特徵為具備有：

第 1 振盪步驟，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 振盪步驟，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作；

計數步驟，對於將由前述第 1 半導體雷射所放射的第

1 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含的因前述第 1 雷射光和其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數，同時對於將由前述第 2 半導體雷射所放射的第 2 雷射光與該雷射光之來自前述測定對象的返回光轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含的因前述第 2 雷射光和其返回光所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算步驟，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

18. 一種距離・速度測量方法，係使用半導體雷射，對測定對象放射雷射光的距離・速度測量方法，其特徵為具備有：

第 1 振盪步驟，以至少振盪波長連續地單調增加的振盪期間反覆存在的方式使第 1 半導體雷射進行動作；

第 2 振盪步驟，以振盪波長的增減與前述第 1 半導體雷射相反的方式使第 2 半導體雷射進行動作；

計數步驟，對於將前述第 1 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 1 受光器的輸出訊號所包含之因由前述第 1 半導體雷射所放射的第 1 雷射光和該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數，並且對於將前述第 2 半導體雷射的光輸出轉換成電訊號的第 2 受光器的輸出訊號所包含之因由前述第 2 半

導體雷射所放射的第 2 雷射光和該雷射光之來自前述測定對象的返回光的自耦合效應所產生的干涉波形的數量進行計數；以及

運算步驟，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長及最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

19. 如申請專利範圍第 17 項或第 18 項之距離・速度測量方法，其中，前述計數步驟係由在短於前述振盪期間的第 1 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在增加的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量，同時在與前述第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間中，求出與前述第 1、第 2 半導體雷射中振盪波長正在減少的半導體雷射相對應的受光器的輸出訊號所包含的干涉波形的數量的步驟所構成，

前述運算步驟係包括：距離・速度計算步驟，根據前述第 1、第 2 半導體雷射的最小振盪波長與最大振盪波長與前述計數步驟的計數結果，計算與前述測定對象的距離的候補值和前述測定對象的速度的候補值；狀態判定步驟，根據由該距離・速度計算步驟所計算出的速度的候補值，判定前述測定對象的狀態；以及距離・速度確定步驟，根據該狀態判定步驟的判定結果，確定與前述測定對象的距離及前述測定對象的速度的至少一者。

20. 如申請專利範圍第 19 項之距離・速度測量方法

，其中，前述距離・速度計算步驟係針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 1 候補值和距離的第 1 候補值，並且根據與已計算出該等第 1 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數結果和與已計算出前述第 1 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 2 候補值和距離的第 2 候補值，針對假定前述測定對象處於變動比前述微小位移狀態快的位移狀態的情形，根據第 1 計數期間的計數結果和 1 次後的第 2 計數期間的計數結果，計算速度的第 3 候補值和距離的第 3 候補值，並且根據與已計算出該等第 3 候補值的第 1 計數期間相同時刻的第 2 計數期間的計數結果和與已計算出前述第 3 候補值的第 2 計數期間相同時刻的第 1 計數期間的計數結果，計算速度的第 4 候補值和距離的第 4 候補值，

前述狀態判定步驟係在前述速度的第 1 候補值與第 2 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於微小位移狀態，在前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值大致相等的情形下，判定前述測定對象處於位移狀態。

21. 如申請專利範圍第 20 項之距離・速度測量方法，其中，前述距離・速度確定步驟係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值和第 2 候補值的任一者設為與前述測定

對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值和第 4 候補值的任一者設為與前述測定對象的距離。

22. 如申請專利範圍第 20 項之距離・速度測量方法，其中，前述距離・速度確定步驟係在判定出前述測定對象處於微小位移狀態的情形下，將前述速度的第 1 候補值和第 2 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 1 候補值與第 2 候補值的平均值設為與前述測定對象的距離，在判定出前述測定對象處於位移狀態的情形下，將前述速度的第 3 候補值與第 4 候補值的平均值設為前述測定對象的速度，將前述距離的第 3 候補值與第 4 候補值之間的平均值設為與前述測定對象的距離。

23. 如申請專利範圍第 20 項之距離・速度測量方法，其中，前述距離・速度確定步驟係進行比較 ΣX 與 ΣY ，其中該 ΣX 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 1 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 1 計數期間的計數結果之和，該 ΣY 為計算出前述速度的第 1 候補值的第 2 計數期間的計數結果和計算出前述速度的第 2 候補值的第 2 計數期間的計數結果之和，在前述 ΣX 比前述 ΣY 大的情形下，係判定前述測定對象正接近，在前述 ΣY 比前述 ΣX 大的情形下，則係判定前述測定對象正遠離。

24. 如申請專利範圍第 20 項之距離・速度測量方法

，其中，前述運算步驟係另外具備有履歷位移計算步驟，其針對假定前述測定對象處於微小位移狀態的情形和假定前述測定對象處於位移狀態的情形的各情形，計算出為由前述距離・速度計算步驟所計算出的距離的候補值和前次所計算出的距離的候補值之差的履歷位移，

前述狀態判定步驟係在根據前述速度的候補值無法判定前述測定對象的狀態的情形下，根據前述履歷位移計算步驟的計算結果，判定前述測定對象的狀態。

25. 如申請專利範圍第 17 項或第 18 項之距離・速度測量方法，其中，前述計數步驟係包括：

干涉波形計數步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的前述干涉波形的數量進行計數；

周期測定步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定對前述干涉波形的數量進行計數的計數期間中的前述干涉波形的周期；

頻率分佈作成步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定步驟的測定結果，作成前述計數期間中的干涉波形的周期的頻率分佈；

中位數計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；

補正值計算步驟，根據前述頻率分佈，求出為前述中

位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和爲前述中位數的第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述干涉波形計數步驟的計數結果；

周期和計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定步驟的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；以及

個數計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算步驟所補正的計數結果和由前述周期和計算步驟所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

26. 如申請專利範圍第 17 項或第 18 項之距離・速度測量方法，其中，前述計數步驟係包括：

周期測定步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，在每次輸入前述干涉波形時，即測定前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號所包含的一定個數的前述干涉波形的周期；

頻率分佈作成步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該周期測定步驟的測定結果，作成前述干涉波形的周期的頻率分佈；

中位數計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述頻率分佈，計算前述干涉波形的周期的中位數；

補正值計算步驟，根據前述頻率分佈，求出爲前述中

位數之第 1 預定倍數以下之等級的頻率總和 N_s 、和爲前述中位數之第 2 預定倍數以上之等級的頻率總和 N_w ，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據該等頻率 N_s 和 N_w ，補正前述一定個數；

周期和計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據前述周期測定步驟的測定結果，計算前述干涉波形的周期的總和；以及

個數計算步驟，針對前述第 1、第 2 受光器的輸出訊號的各個，根據由前述補正值計算步驟所補正的干涉波形的個數和由前述周期和計算步驟所計算出的周期的總和，計算每單位時間的前述干涉波形的數量。

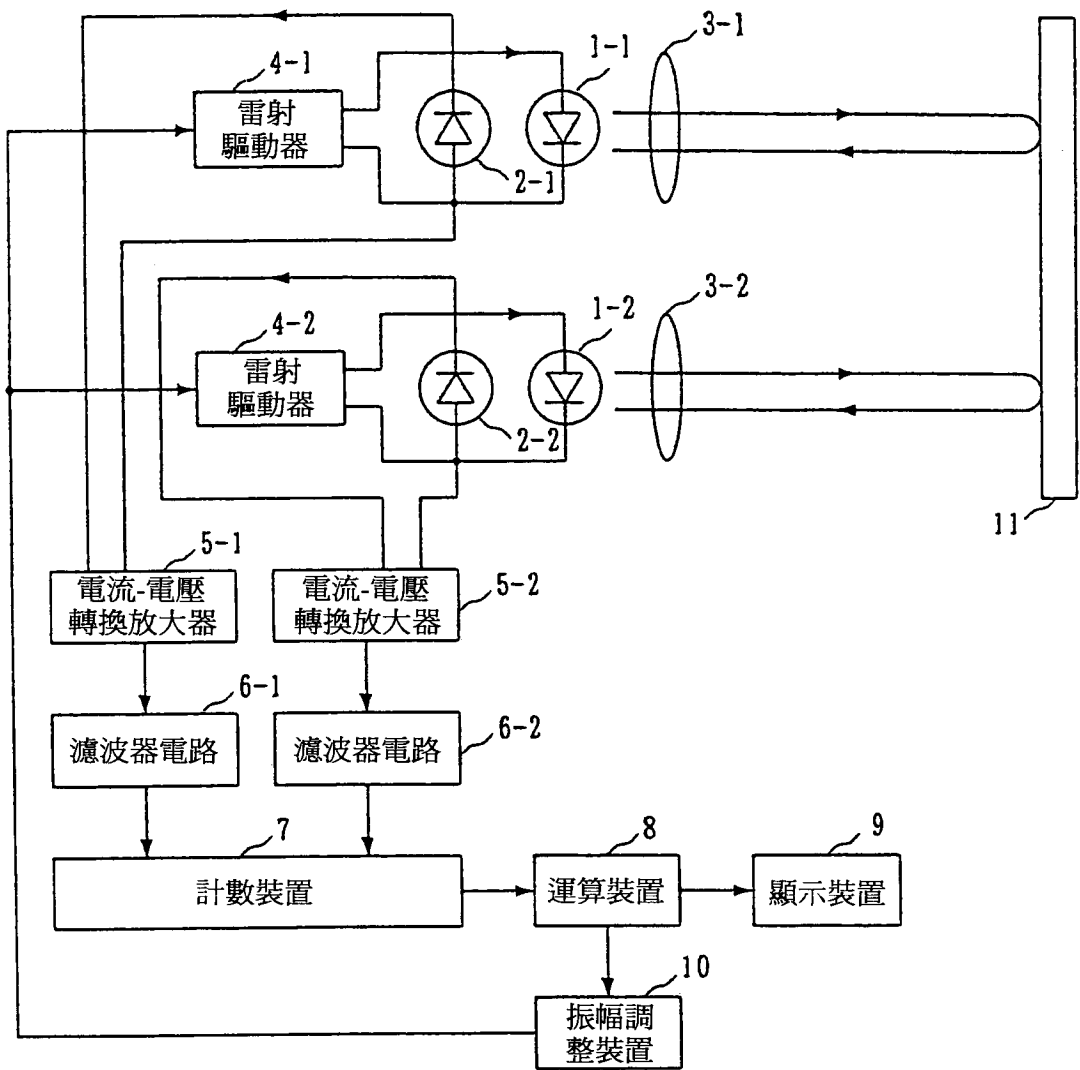
27. 如申請專利範圍第 21 項或第 22 項之距離・速度測量方法，其中，另外具有振幅調整步驟，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定步驟的判定結果，在前述距離・速度確定步驟中判斷非爲真值而未採用的速度的候補值，與在前述距離・速度確定步驟中判斷爲真值而採用的距離的候補值乘以前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化率所得的值大致相等的方式，調整被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

28. 如申請專利範圍第 21 項或第 22 項之距離・速度測量方法，其中，另外具有振幅調整步驟，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的速度的候補值和假定前

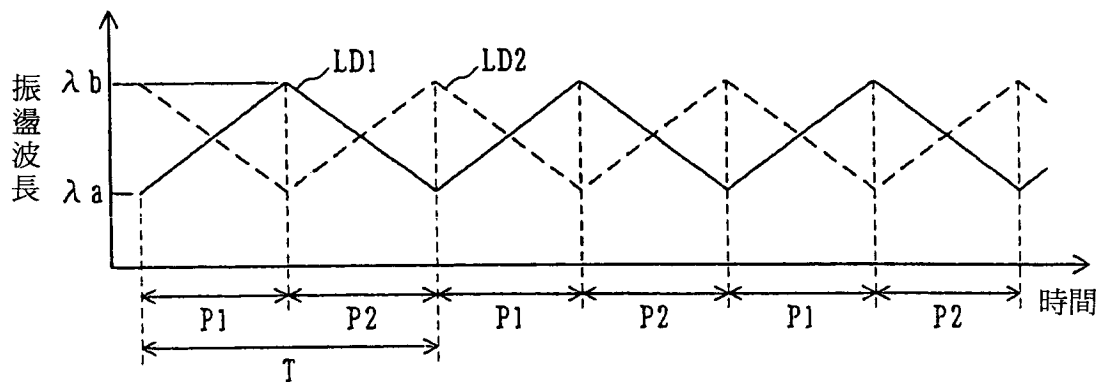
述測定對象處於位移狀態時的速度的候補值中，根據前述狀態判定步驟的判定結果，在前述距離・速度確定步驟中判斷為真值而採用的速度的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整由被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

29. 如申請專利範圍第 21 項或第 22 項之距離・速度測量方法，其中，另外具有振幅調整步驟，其以在假定前述測定對象處於微小位移狀態時的距離的候補值和假定前述測定對象處於位移狀態時的距離的候補值中，根據前述狀態判定步驟的判定結果，在前述距離・速度確定步驟中判斷為真值而採用的距離的候補值，在前述第 1、第 2 半導體雷射的波長變化進行切換的時序前後保持連續性的方式，調整被供給至前述第 1、第 2 半導體雷射之驅動電流中至少一者的振幅。

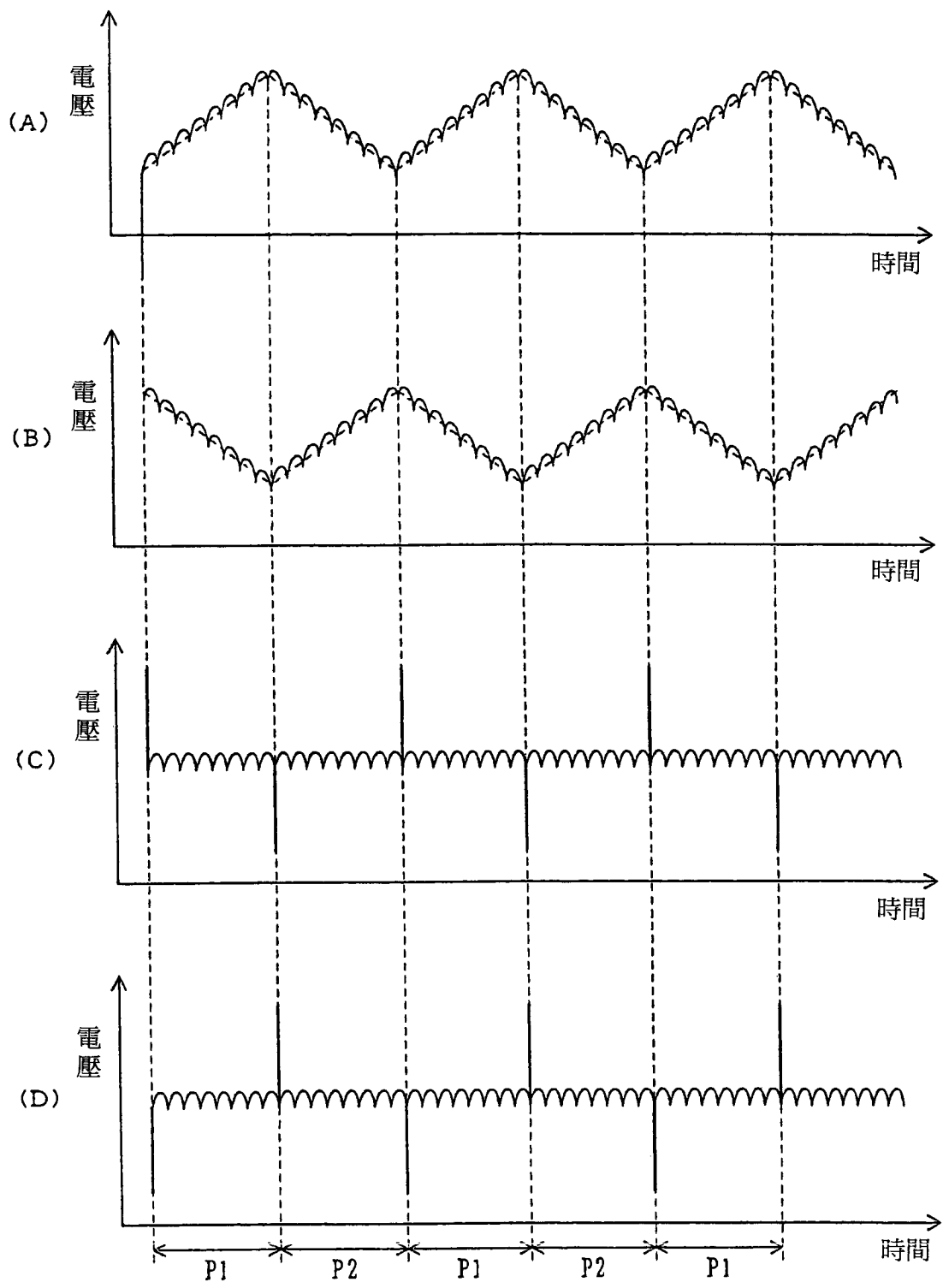
第1圖



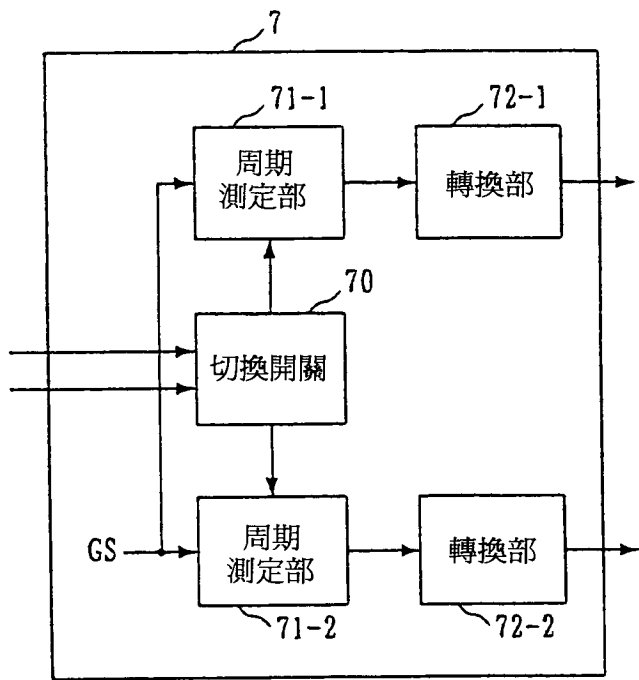
第2圖



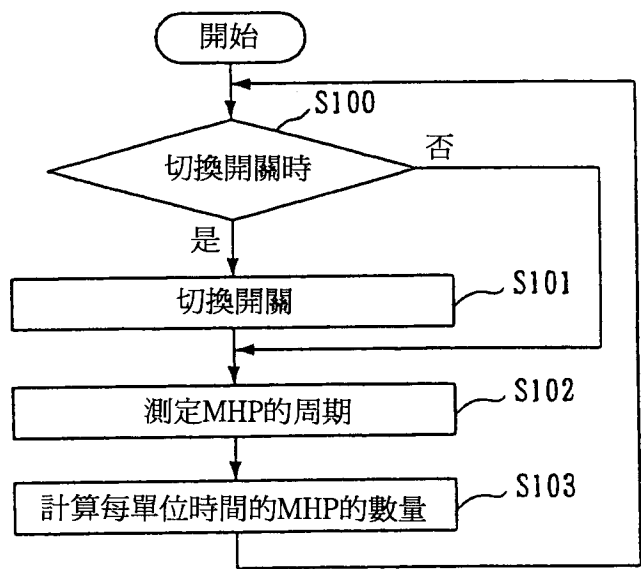
第3圖



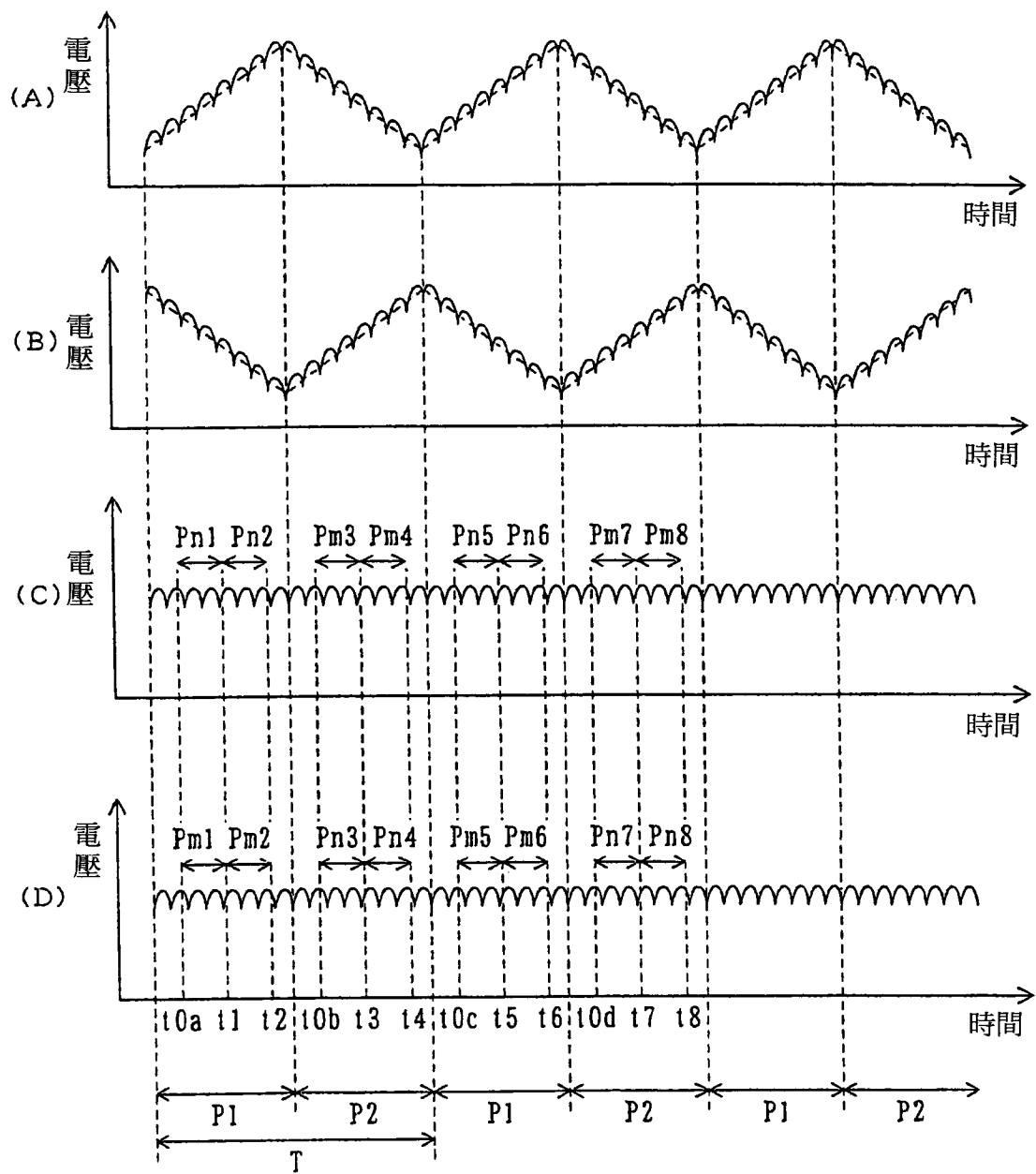
第4圖



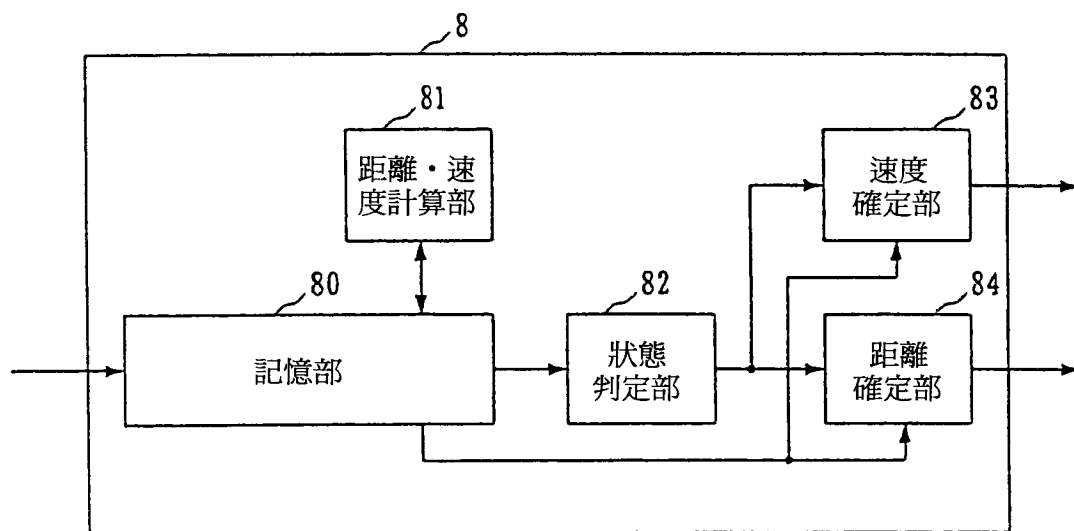
第5圖



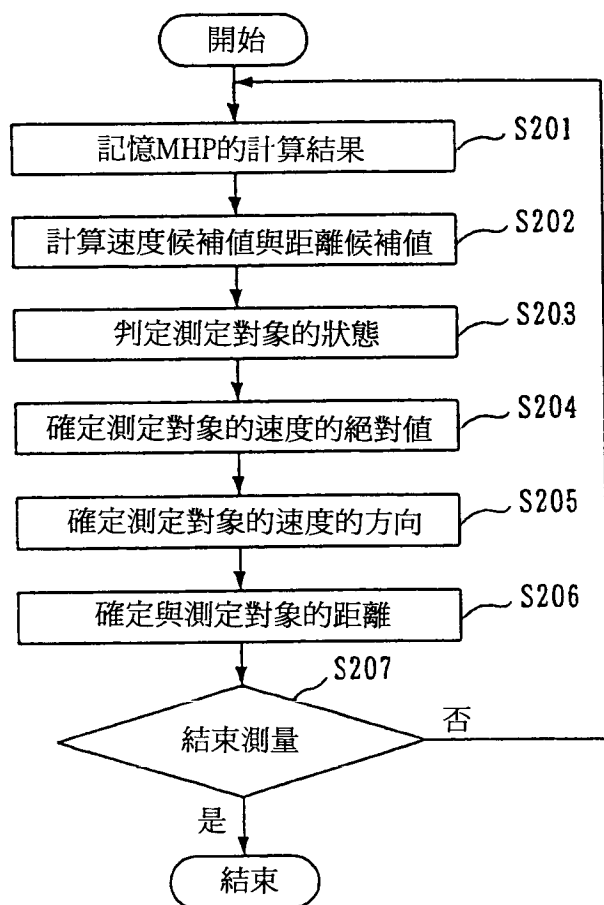
第6圖



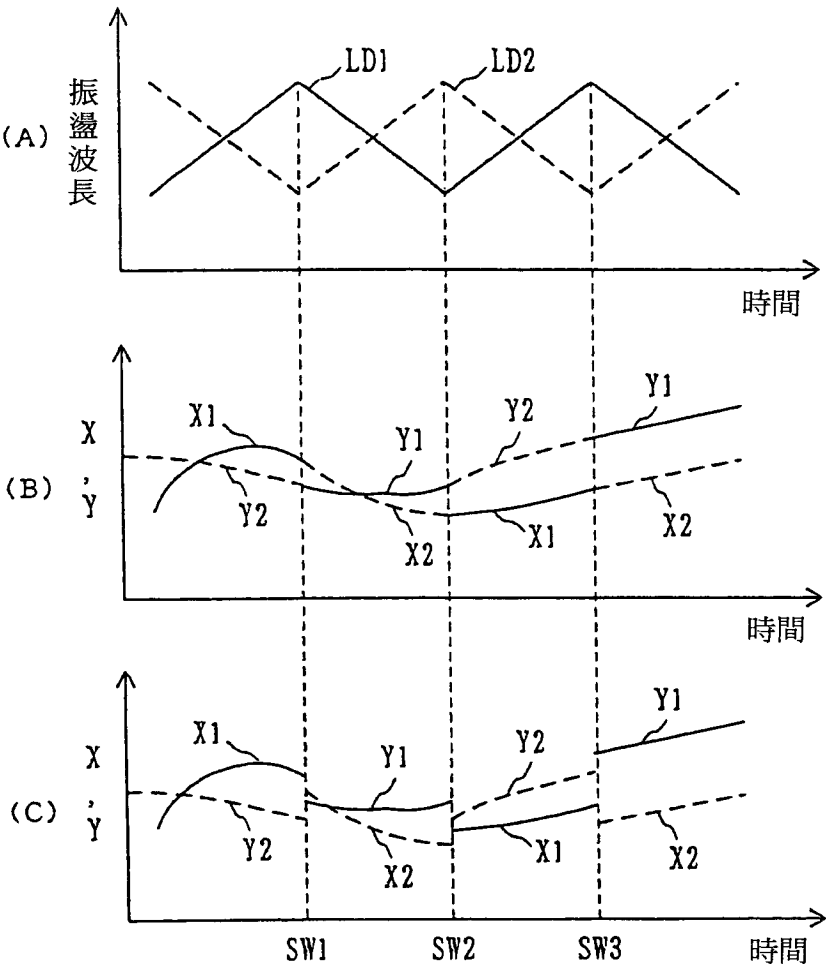
第7圖



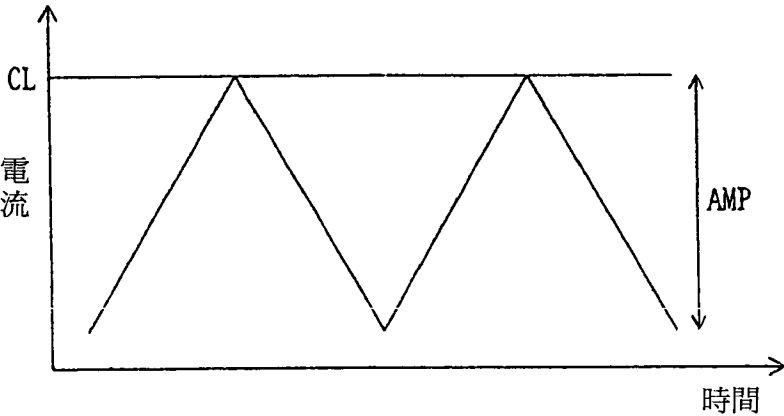
第8圖



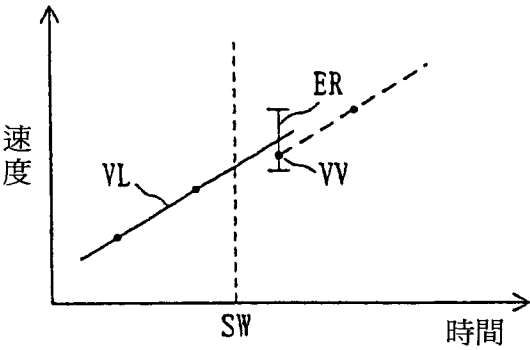
第9圖



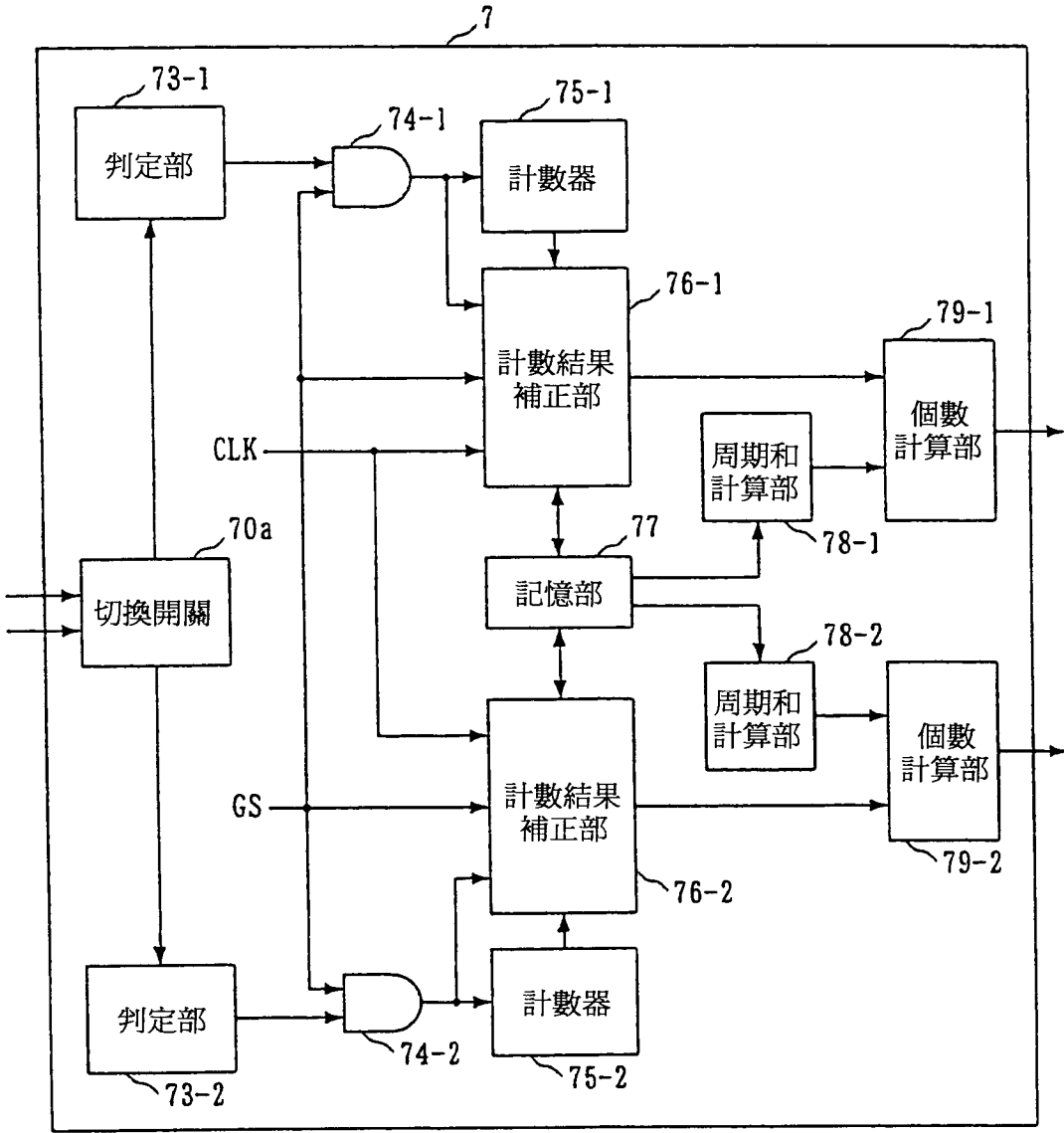
第10圖



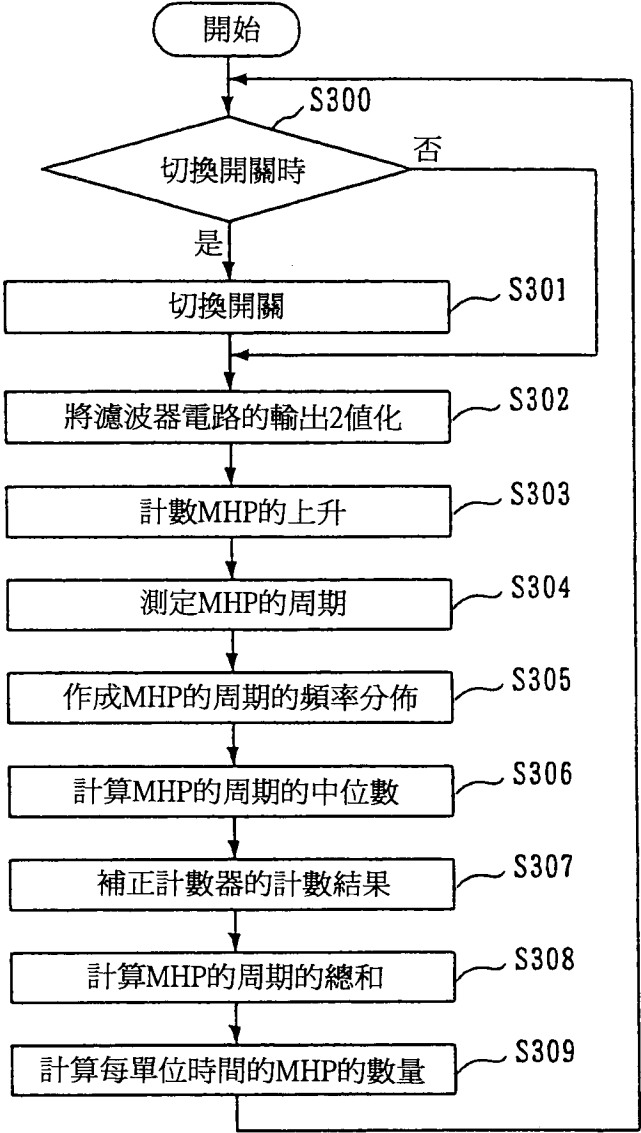
第11圖



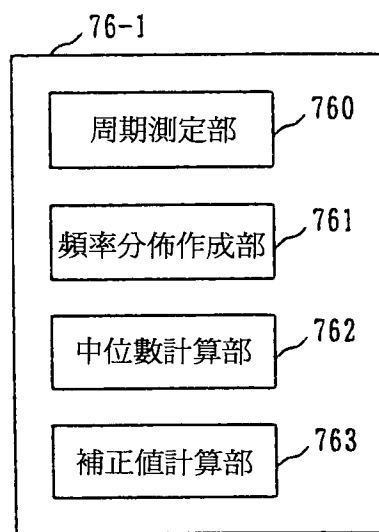
第12圖



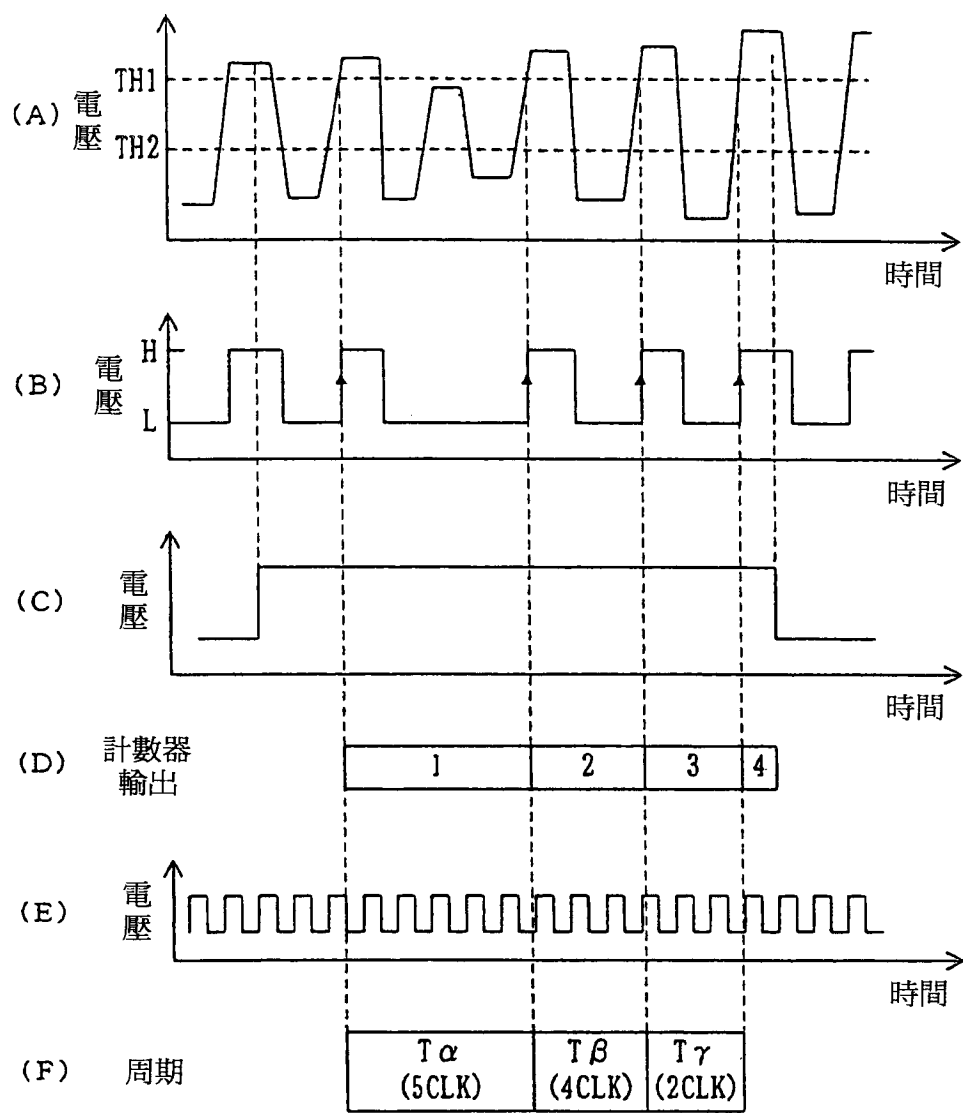
第13圖



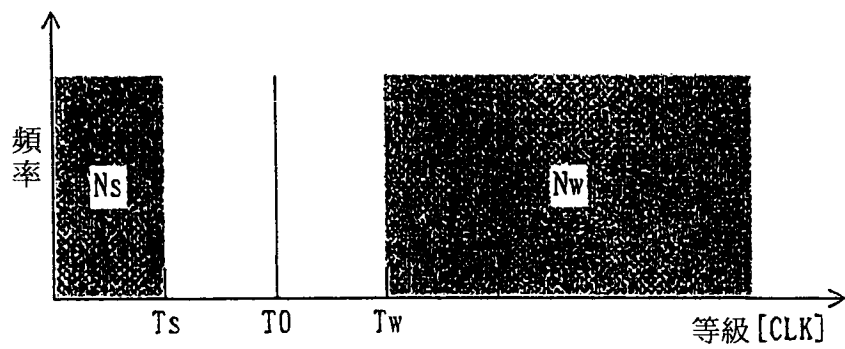
第14圖



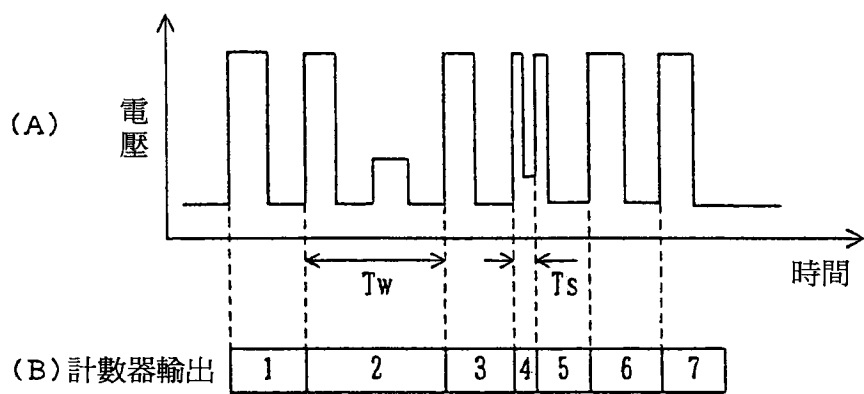
第15圖



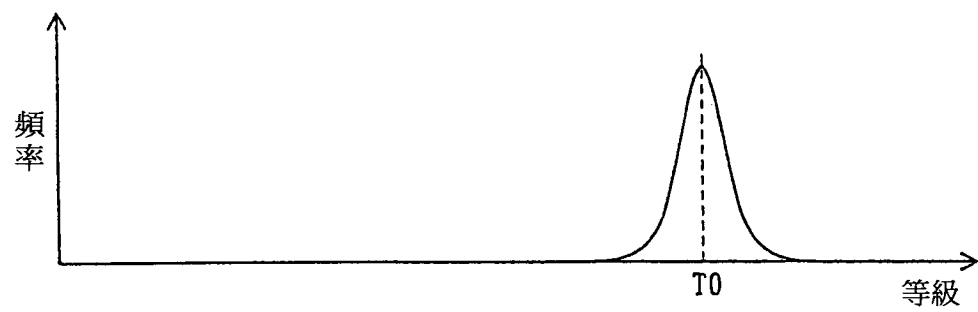
第16圖



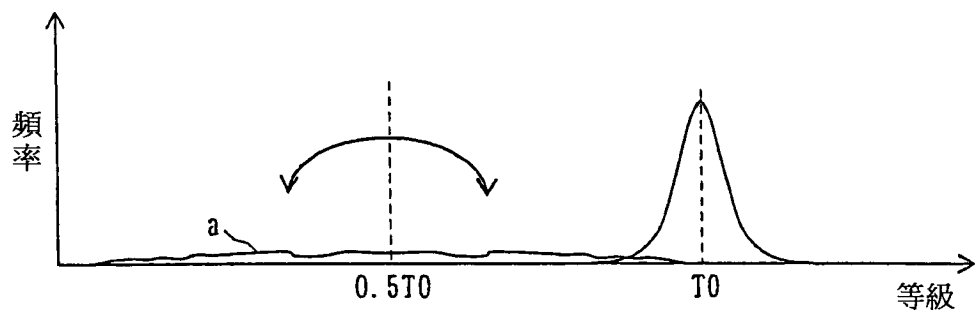
第17圖



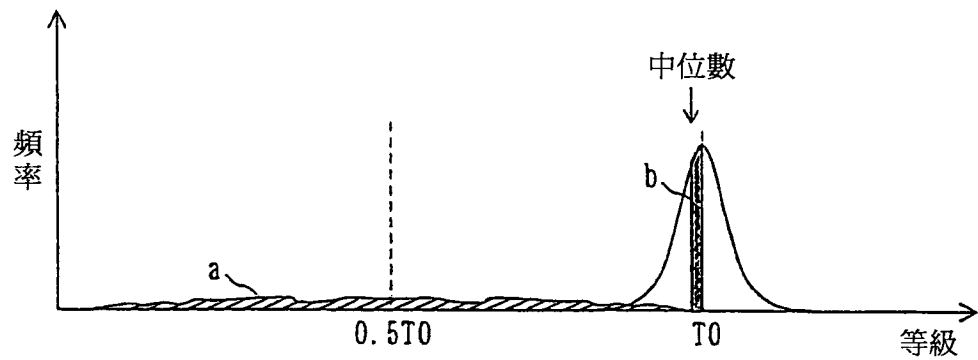
第18圖



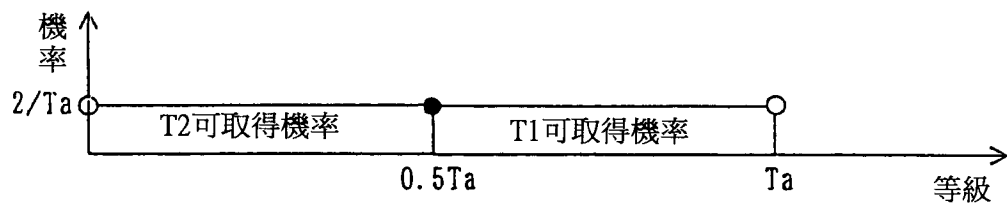
第19圖



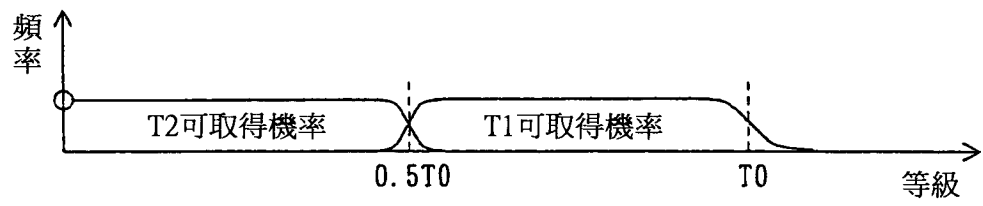
第20圖



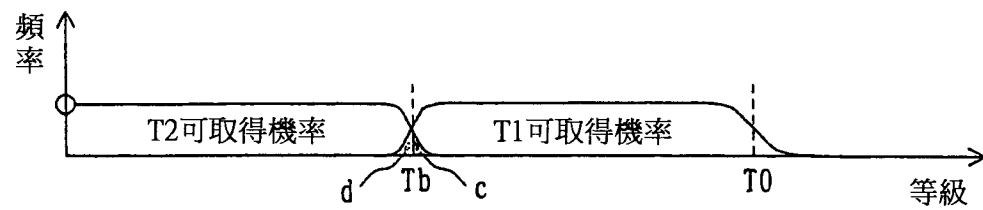
第21圖



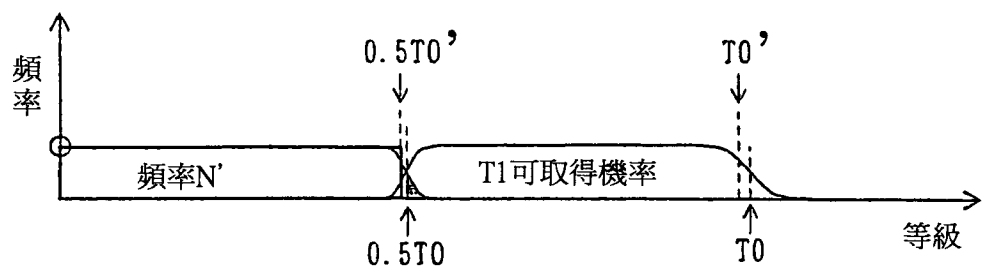
第22圖



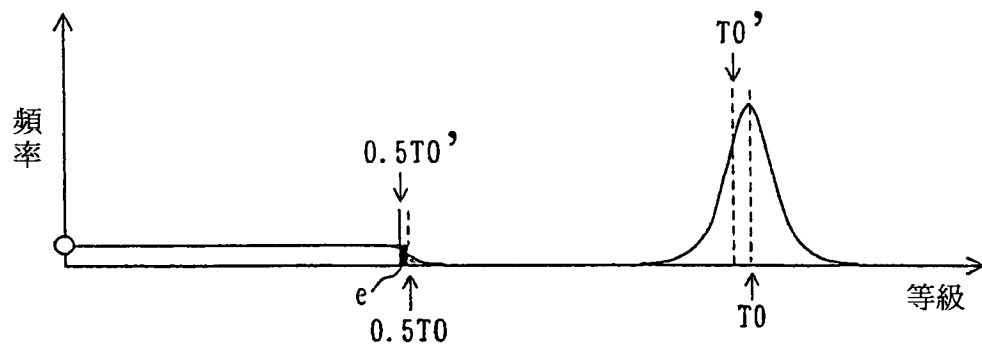
第23圖



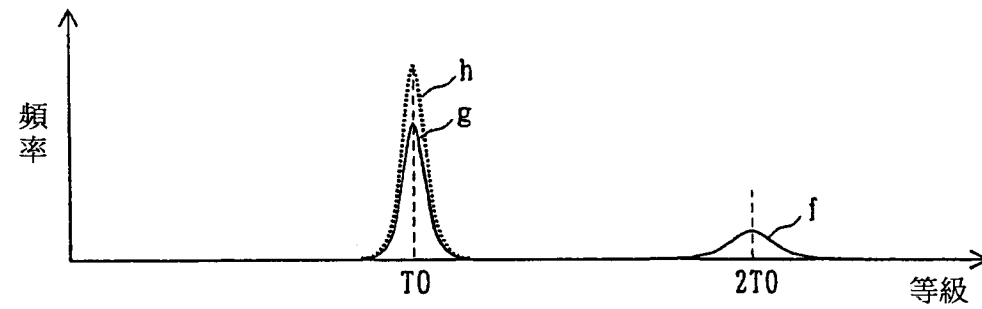
第24圖



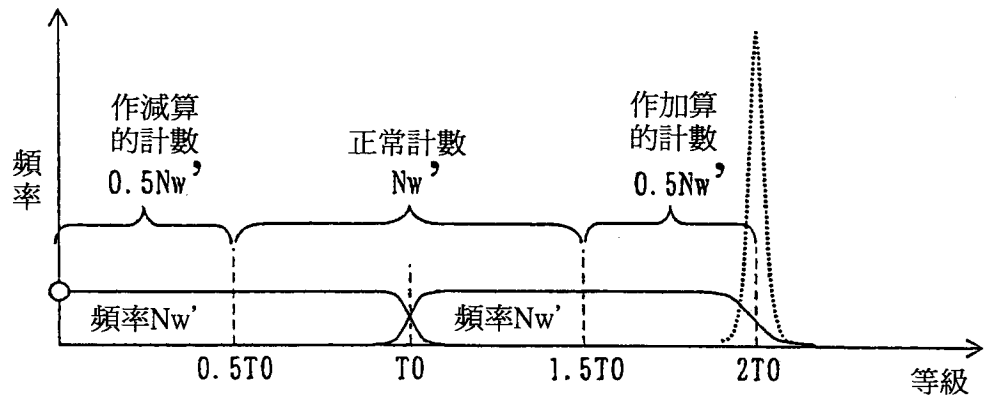
第25圖



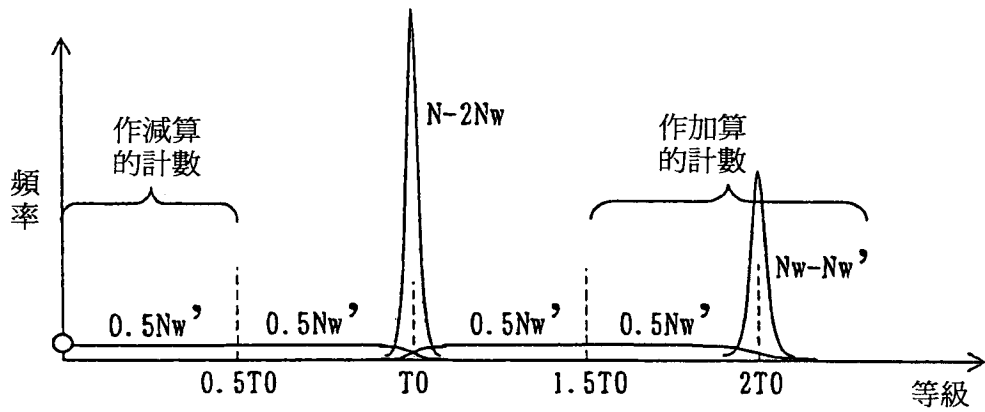
第26圖



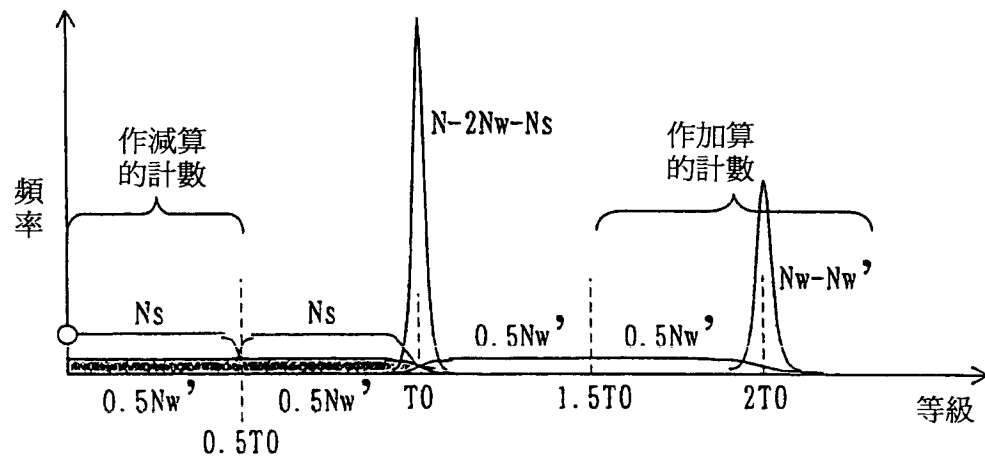
第27圖



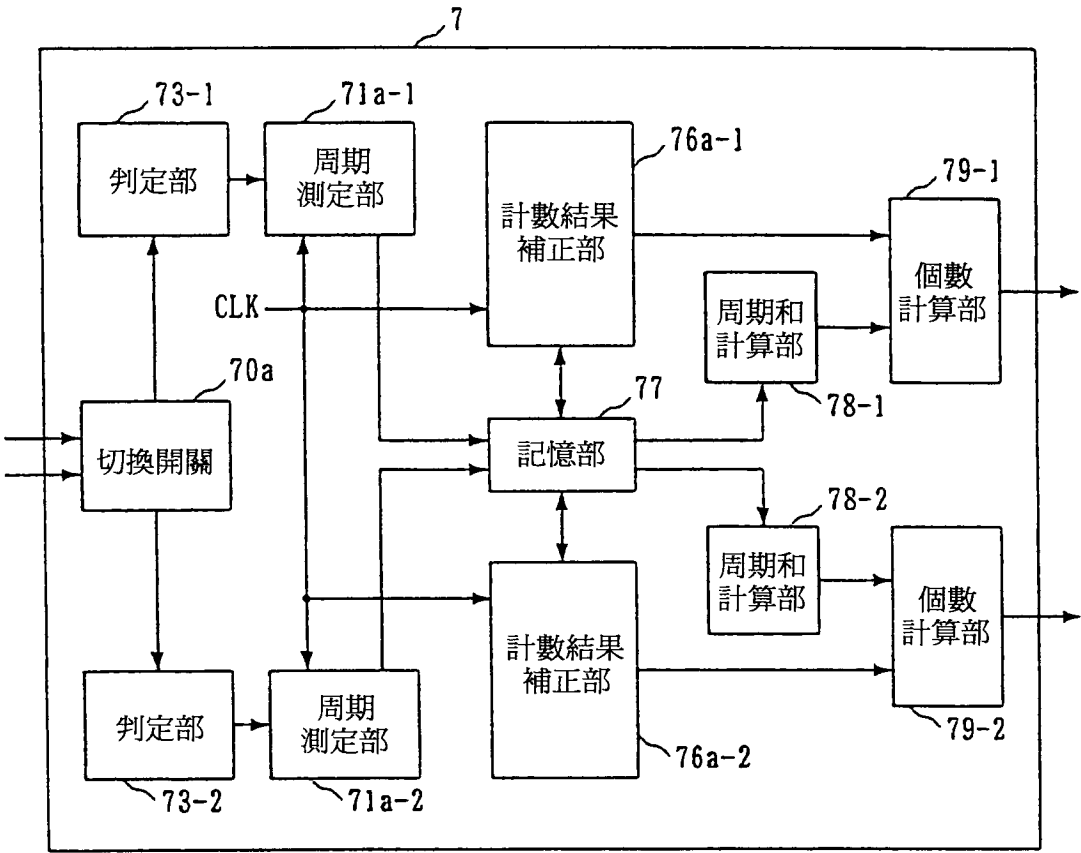
第28圖



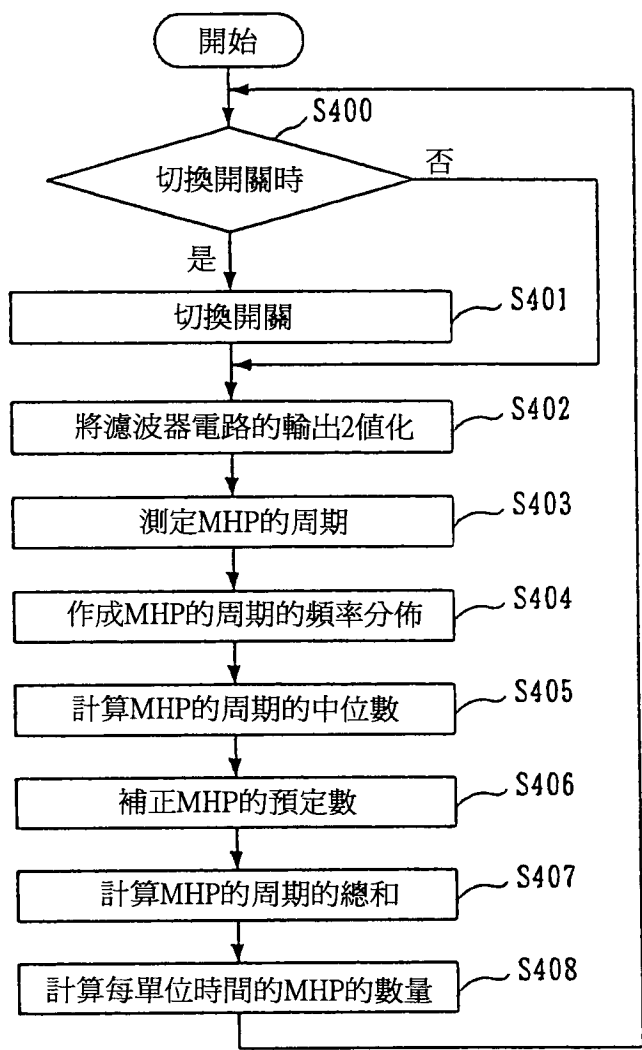
第29圖



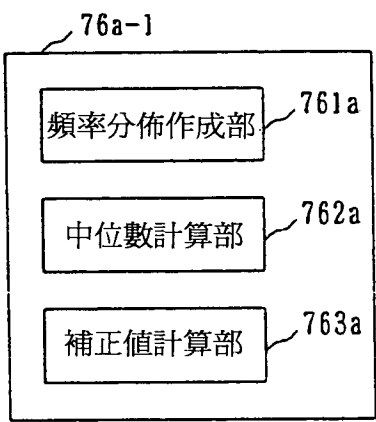
第30圖



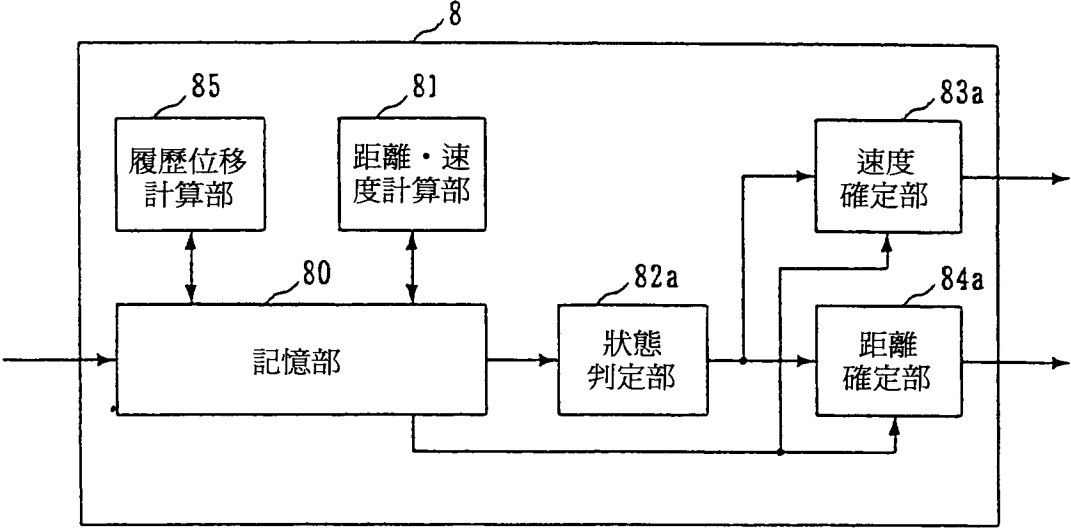
第31圖



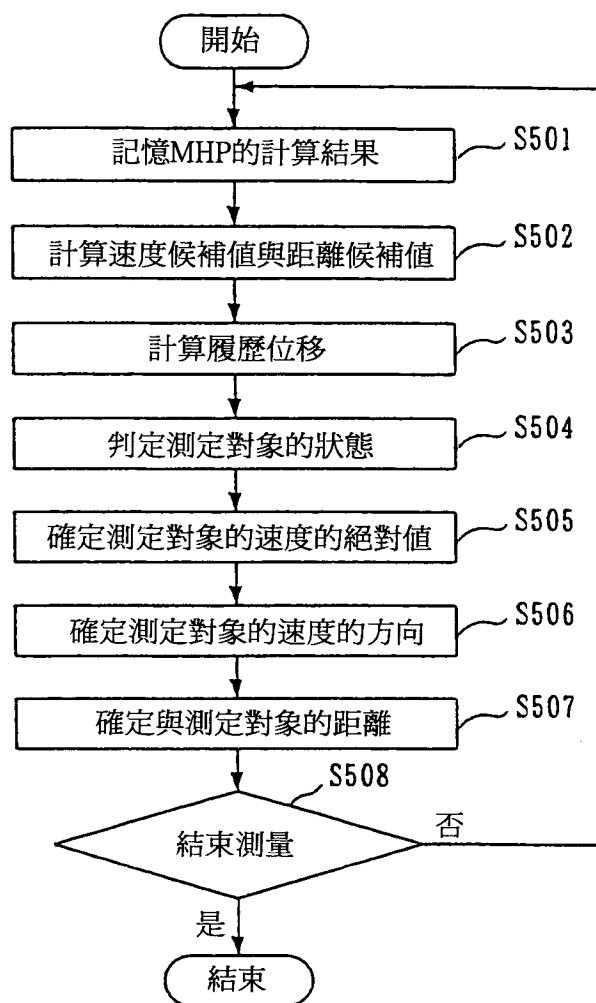
第32圖



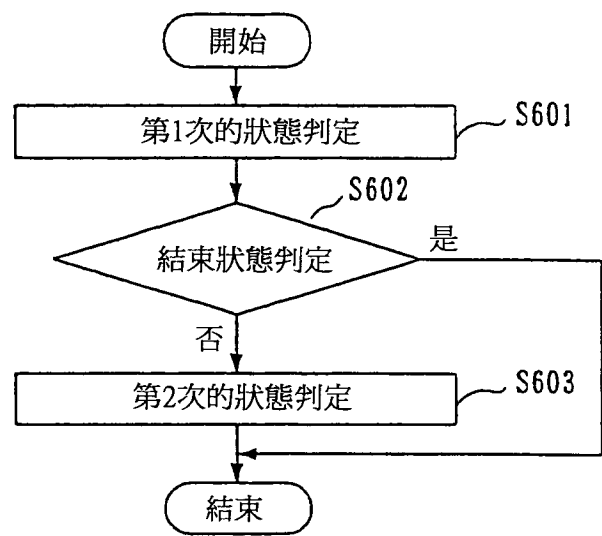
第33圖



第34圖



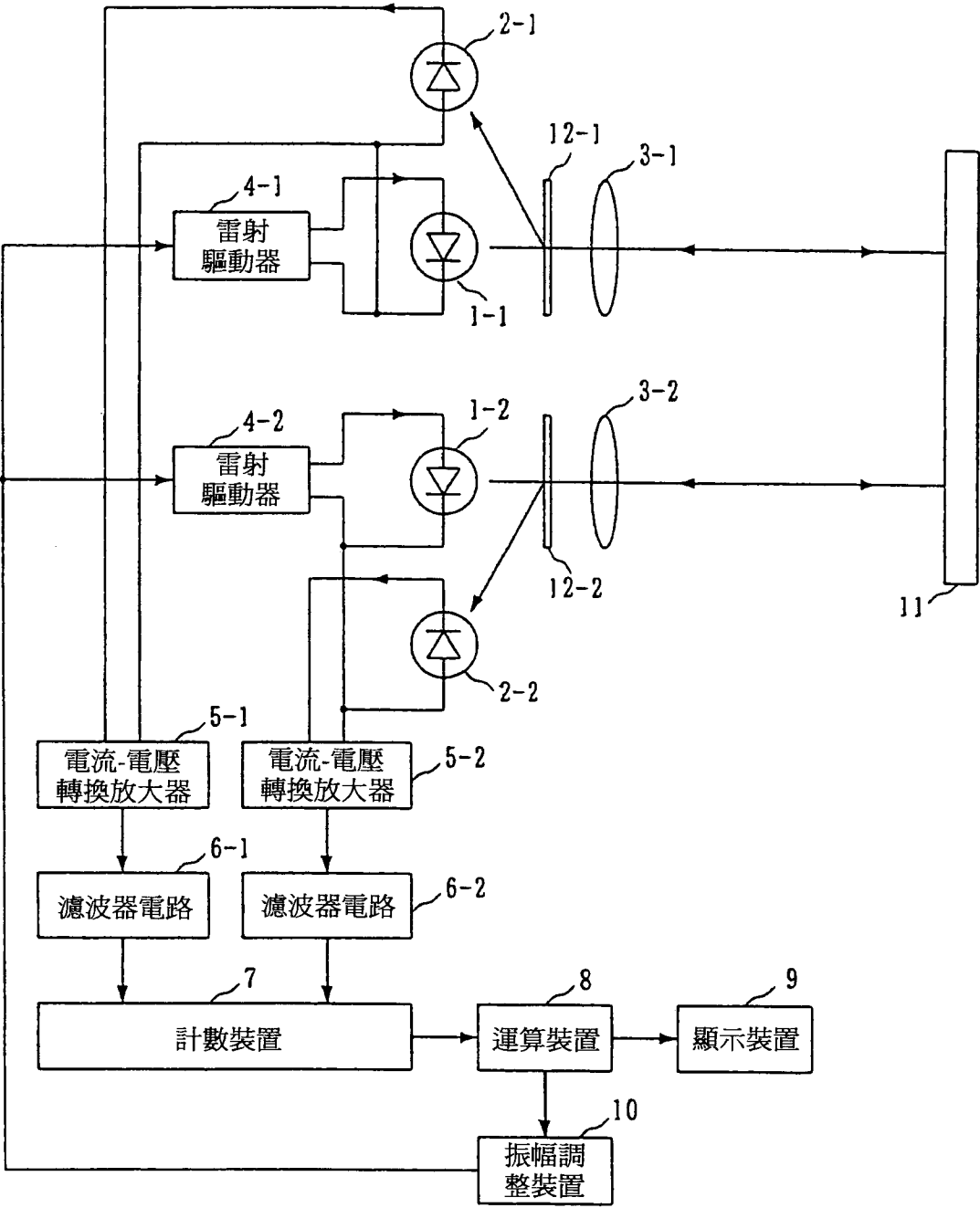
第35圖



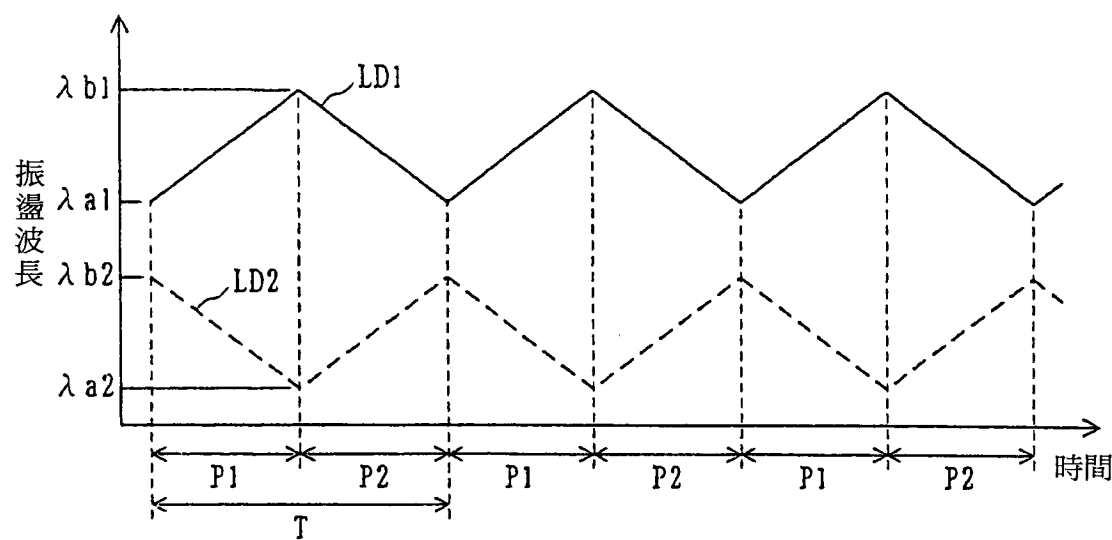
第36圖

		履歷位移		速度的候補值	
		V c a l α	V c a l β	V α	V β
移動	微小位移狀態	符號一定 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值相一致	每當計算符號即反轉	—	—
	位移狀態	每當計算符號即反轉	符號一定 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值相一致	—	—
振動	微小位移狀態	每當計算符號即反轉 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值不相一致	—	—	速度的候補值的絕對值與假定測定對象處於微小位移狀態而計算所得的距離的候補值乘上波長變化率所得的值相一致
	位移狀態	—	每當計算符號即反轉 速度的候補值和履歷位移的絕對值的平均值不相一致	速度的候補值的絕對值與假定測定對象處於位移狀態而計算所得的距離的候補值乘上波長變化率所得的值相一致	—

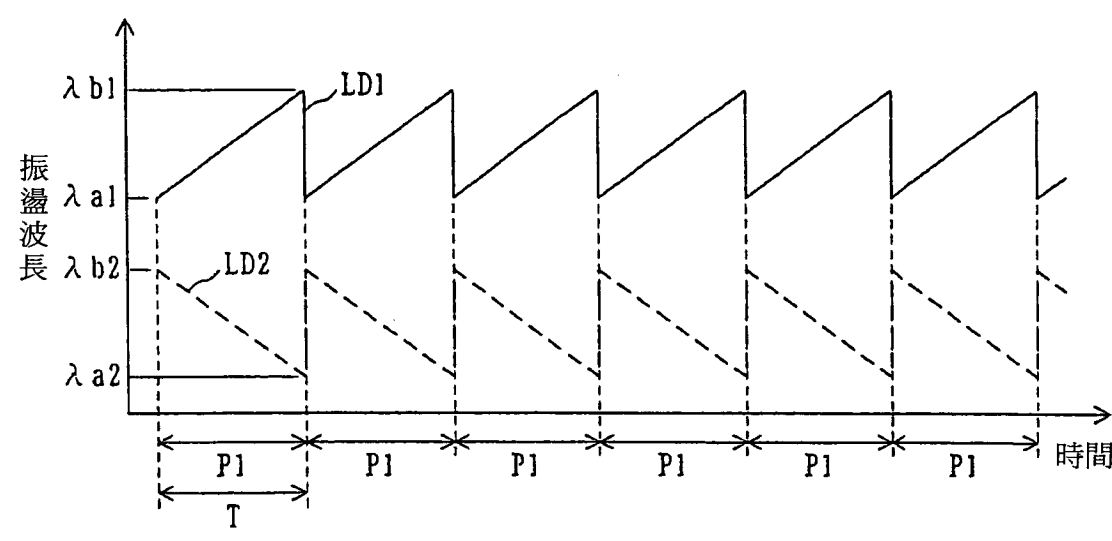
第37圖



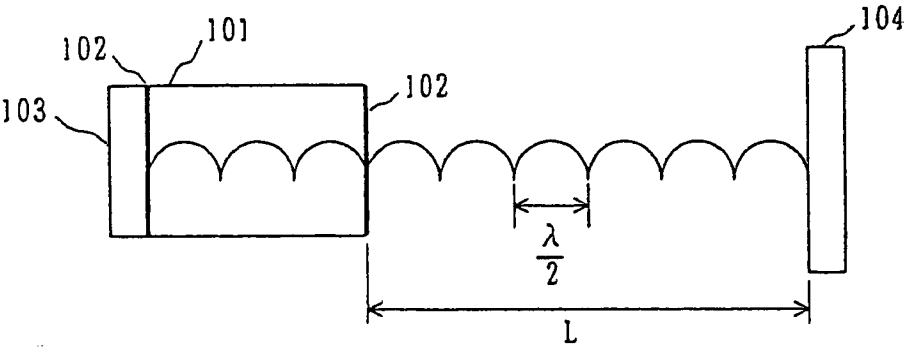
第38圖



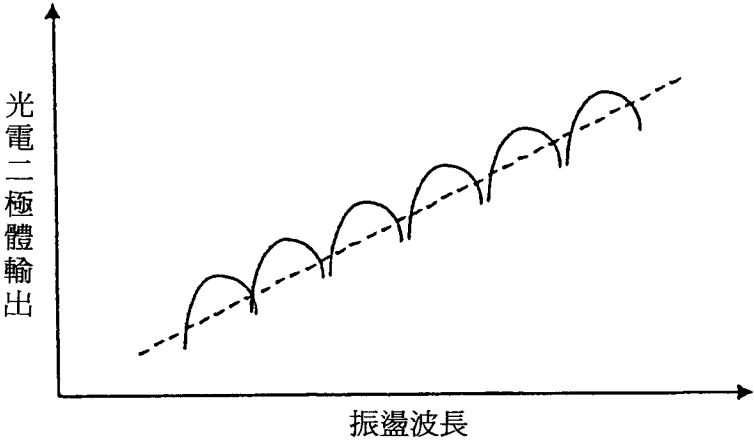
第39圖



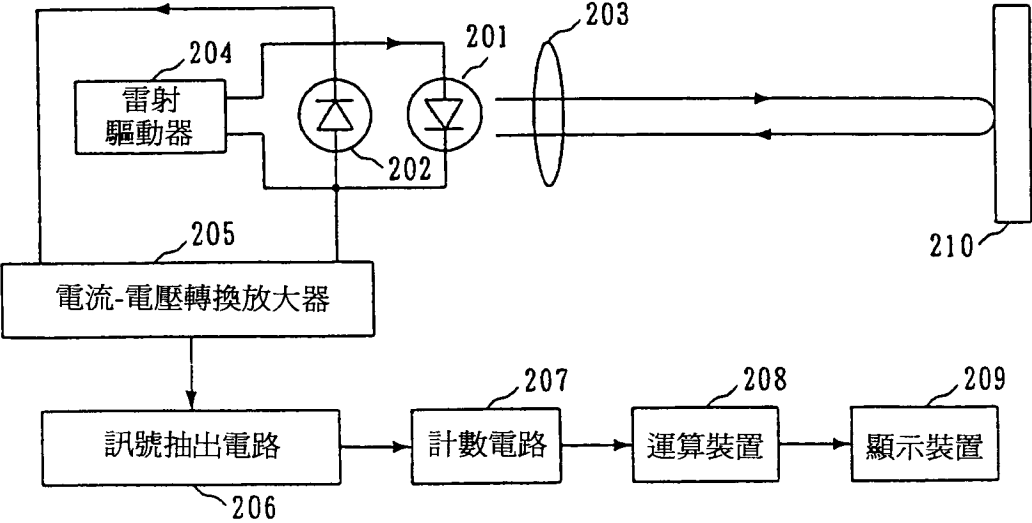
第40圖



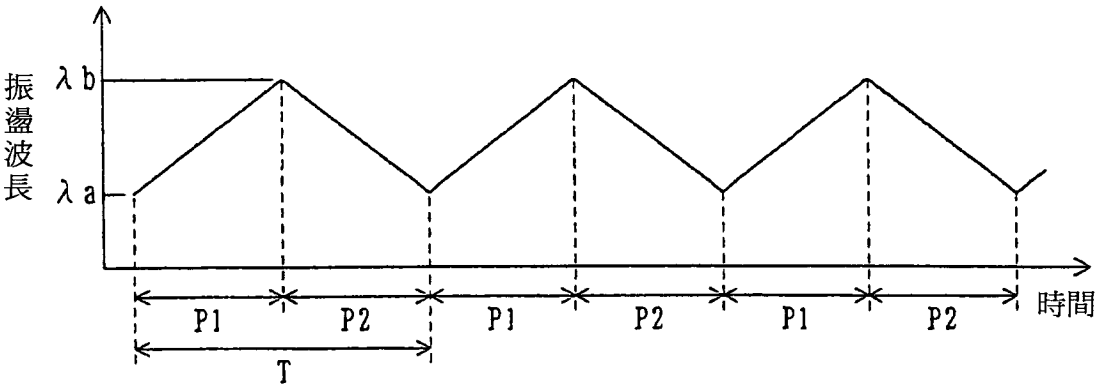
第41圖



第42圖



第43圖



七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第(1)圖

(二)、本代表圖之元件符號簡單說明：

1-1、1-2：半導體雷射

2-1、2-2：光電二極體

3-1、3-2：透鏡

4-1、4-2：雷射驅動器

5-1、5-2：電流-電壓轉換放大器

6-1、6-2：濾波器電路

7：計數裝置

8：運算裝置

9：顯示裝置

10：振幅調整裝置

11：測定對象

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無